DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR

2



H. Jakubaschk

Tonbandgeräte selbstgebaut

Der praktische Funkamateur - Band 2 - Tonbandgeräte selbstgebaut

Hagen Jakubaschk

Tonbandgeräte selbstgebaut

Mit 46 Abbildungen des Verfassers



VERLAG SPORT UND TECHNIK

Herausgegeben vom Verlag Sport und Technik, Neuenhagen bei Berlin

Lizenz-Nr.: 545/33/58

Vorwort

Seit der allgemeinen Einführung der Magnetton-Technik ist die Schallaufzeichnung und -wiedergabe auch für Amateure von ständig steigender Bedeutung. Um den Tonbandamateuren – und solchen, die es werden wollen – Anregung und Unterstützung bei ihrer Tätigkeit zu geben, werden im vorliegenden Bändchen drei selbstgebaute Tonbandgeräte beschrieben. Dabei wird alles Wesentliche beim Entwurf und Aufbau eines solchen Gerätes gezeigt. Ziel dieses Bändchens ist, dem Amateur konstruktive Hinweise für den Entwurf eigener Geräte zu geben, wobei die theoretischen Grundkenntnisse der Magnettontechnik – auf die aus Platzmangel nicht näher eingegangen werden kann – vorausgesetzt werden.

Vollständige Bauanleitungen werden bewußt nicht gegeben, da der Amateur ohnehin weitgehend mit vorhandenem Material arbeiten wird. Darüber hinaus kommt ein Selbstbau von Tonbandgeräten nur für Amateure in Betracht, die bereits über ein wenig praktische Erfahrung im Aufbau von Verstärkern und ähnlichen Geräten verfügen. Diesen Amateuren wird es nicht schwerfallen, einzelne Details im Aufbau ihres Gerätes nach eigenem Ermessen zu gestalten, während ein Mangel an Erfahrung im grundsätzlichen Aufbau solcher Geräte auch nicht durch haargenaue „Kochbuch-Rezepte" zu ersetzen ist.

In den Baubeschreibungen dieses Bändchens wurde daher das Schwergewicht auf die Beschreibung des grundsätzlichen Aufbaues der Geräte sowie auf die Beschreibung spezieller, immer wieder auftretender Schaltungsprobleme und die verschiedenen Wege zu ihrer Lösung gelegt. Dementsprechend wird zunächst ein kleines, mit wenig Aufwand herzustellendes Tonbandgerät, dann ein Gerät für den anspruchsvolleren Amateur und endlich

eine ausgesprochen umfangreiche Amateurstudio-Anlage beschrieben. Die gezeigten Schaltungen und Fotos geben dem Amateur reichlich Gelegenheit zur Abwandlung der Konstruktion nach seinen speziellen Anforderungen. Da die schaltungstechnische Gestaltung eines solchen Gerätes erfahrungsgemäß dem Amateur die größten Schwierigkeiten bereitet, wurde dieser Seite der Beschreibungen der meiste Platz gewidmet. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß die Tonbandgeräte einen nicht zu unterschätzenden Platz in der Ausbildung der Amateurfunker der Gesellschaft für Sport und Technik eingenommen haben. So werden sie bei der Ausbildung im Morsen angewandt und finden Verwendung bei der Aufnahme von Funksignalen aller Art. Ein Abschnitt über das Einstellen selbstgebauter Tonbandgeräte ohne die hierfür üblichen – dem Amateur meist fehlenden – Meßmittel beschließt das Bändchen.

Görlitz, 1958.

Hagen Jakubaschk

Einleitung

Bevor mit der Beschreibung einzelner Geräte begonnen wird, sollen zunächst einige grundsätzliche Betrachtungen über die zweckmäßigste Gestaltung eines Tonbandgerätes für Amateurbelange angestellt werden. Welche Ansprüche sind vernünftigerweise an ein Amateurgerät zu stellen?

In erster Linie interessiert hier der Frequenzgang, der unmittelbar im Zusammenhang mit der zu wählenden Bandgeschwindigkeit steht. Es wäre nun verfehlt, hierfür von den für handelsübliche Geräte oder gar für Studiomaschinen geforderten Werten auszugehen und beispielsweise einen geradlinigen Frequenzgang von 20–15 000 Hz mit höchstens 2 db Abweichung zu fordern. Ein solches Gerät kann der Amateur nicht im entferntesten voll ausnützen. Abgesehen davon, daß Rundfunkaufnahmen – soweit es sich nicht um UKW-Sender handelt – selten mehr als 5000 Hz Frequenzumfang aufweisen und auch UKW-Sender derzeit längst nicht immer bis oberhalb 10 kHz ausmoduliert werden, liegt der Reiz der Tonbandtechnik nicht zuletzt in der Herstellung eigener Aufnahmen. Ein Mikrofon mit dem geforderten Frequenzumfang ist jedoch für den Amateur kaum erschwinglich; und wenn, sind dann auch entsprechende Aufnahmeobjekte vorhanden?

Noch schwieriger ist es mit der Wiedergabeseite bestellt. Auch hier ist ein Wiedergabeverstärker und vor allem eine entsprechende Lautsprecherkombination für den Amateur kaum mit vernünftigem Aufwand realisierbar. Es ist daher sinnlos, zu weitgehende Forderungen zu stellen. Wenn ein Amateur über ein selbstgebautes Gerät verfügt, dessen Frequenzgang von etwa 40–10 000 Hz bei 4–5 db Abweichung reicht, dann ist er damit bereits allen praktisch vorkommenden Anforderungen

gewachsen. Dagegen ist ein solches Gerät im Aufbau hinsichtlich mechanischer Genauigkeit (Kopfjustierung und Kopfverschleiß!) und in der schaltungstechnischen Auslegung hinsichtlich Klirrfaktor und Dimensionierung der Entzerrerglieder und der Entkopplung wesentlich unkritischer als ein nach Studionorm gebautes Gerät.
Hinsichtlich der günstigsten Bandgeschwindigkeit sind jedoch andere Überlegungen maßgebend. Nach obigem zu urteilen, scheint bei dem derzeit vorhandenen Tonband- und Tonkopf-Material eine Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/s am günstigsten zu sein. Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß eine geringe Bandgeschwindigkeit bereits ganz erhebliche Anforderungen an die Gleichlaufgenauigkeit und damit an das mechanische Können des Amateurs stellt. Außerdem macht sich dann ein im Lauf der Zeit eintretender Kopfverschleiß bedeutend eher und unangenehmer bemerkbar. In Anbetracht dieser Zusammenhänge ist für den Amateur die Bandgeschwindigkeit 19 cm/s nach wie vor noch in jeder Hinsicht am günstigsten. Nicht zu übersehen ist dabei, daß gerade der Amateur relativ oft in die Lage kommen wird, seine Bandaufnahmen „cuttern", d. h. schneiden zu müssen. Die Technik des Cutterns (z. B. Herausschneiden einzelner Worte oder Sätze aus Sprachaufnahmen, bei „Versprechern", oder taktgerechtes Schneiden von Musik) ist aber mit fallender Bandgeschwindigkeit immer schwieriger zu beherrschen. Die scheinbar auftretenden Mehrkosten bei 19 cm/s gegenüber 9,5 cm/s durch den doppelten Bandverbrauch spielen dagegen gerade beim Amateur erfahrungsgemäß eine untergeordnete Rolle. Ebenfalls abzuraten ist dem Amateur von der Auslegung seines Gerätes für beide Geschwindigkeiten, etwa mittels polumschaltbarem Motor oder mittels Umschaltung auf mechanischem Wege, da dies einmal die Anlegung eines einheitlichen Bandarchivs erschwert und zum anderen eine ganz bedeutende Erhöhung der mechanischen Schwierigkeiten mit sich bringt. Die im folgenden beschriebenen drei Geräte benutzen daher sämtlich 19 cm/s als Bandgeschwindigkeit. Die ferner noch gebräuchlichen Geschwindigkeiten 76,2 cm/s (Rundfunk), 38,1 cm/s einerseits und 4,75 cm/s andererseits sind nach dem Gesagten für den Amateur völlig uninteressant.

Auf dem Gebiet der Tonbandtechnik treffen sich zwei Fachgebiete: Die Rundfunktechnik mit ihrem Spezialzweig Verstärkertechnik und die Feinmechanik. Dementsprechend läßt sich der Aufbau jedes Tonbandgerätes in drei Gruppen aufteilen:

1. den mechanischen Teil (vorwiegend: der Antrieb),
2. den elektrischen Teil (Verstärkereinheiten usw.),
3. die Steuerung. In dieser Gruppe sind die zur Betätigung des Laufwerks erforderlichen Organe zusammengefaßt, die teils mechanischer, teils elektrischer Natur sind.

Der mechanische Teil beansprucht den größten Raum. Er stellt wegen seiner extremen Genauigkeitsanforderungen den für den Amateur schwierigsten Komplex dar. Ein Durchschnittsamateur dürfte kaum in der Lage sein, alle benötigten Teile selbst herzustellen. Er kommt in jeder Hinsicht günstiger und kostensparender zum Ziel, wenn er hierfür auf die im Handel erhältlichen Einzelteile, im wesentlichen Ton- und Umlenkrollen, Bandauflageteller mit Lagern und auf einen bzw. mehrere Antriebsmotore zurückgreift. Allgemein kann gesagt werden, daß die Brauchbarkeit des Gerätes mit der Güte seiner mechanischen Einzelteile steht und fällt. Der Amateur soll daher stets bestrebt sein, möglichst einfachen mechanischen Aufbau zu bevorzugen und alle nicht unbedingt erforderlichen mechanischen Funktionen zu vermeiden bzw. sie durch elektrische Funktionen zu ersetzen. Dies gilt besonders für die Steuerung.

In diesem Zusammenhang ist die Anzahl der Motoren von Bedeutung. Heimtonbandgeräte industrieller Ausführung sind fast ausschließlich mit einem Motor ausgestattet, der alle erforderlichen Funktionen übernimmt. Eine solche Lösung ist dem Amateur jedoch nicht zu empfehlen, da sie mechanisch und auch elektrisch eine bedeutende Komplizierung des Gerätes mit sich bringt. Es sollten daher wenigstens 2 Motore verwendet werden, ein Tonmotor und ein Rückspulmotor, der notfalls eine weniger hochwertige Ausführung sein kann. Die hierdurch erhöhten Kosten des Gerätes werden erfahrungsgemäß durch die verringerten mechanischen Präzisionsarbeiten und die höhere

Betriebssicherheit wieder aufgewogen. Es darf dabei nicht übersehen werden, daß für die industrielle Serienfertigung auch hier wieder Gesichtspunkte maßgebend sind, die vom Amateur nicht ohne weiteres übernommen werden können.

An dieser Stelle sei noch etwas zur Anzahl der in Frage kommenden Tonköpfe gesagt. Auch hier wieder ist – im Gegensatz zu Heimtongeräten, die durchweg mit höchstens zwei Köpfen bestückt sind – dem Amateur zu drei Köpfen zu raten, also neben dem Löschkopf zu getrenntem Hör- und Sprechkopf. Bei Verwendung nur eines Kombikopfes wird die Schaltung der Verstärkereinheiten komplizierter und schwerer beherrschbar, außerdem ist die Einstellung eines Kombikopfes mit amateurmäßigen Mitteln bedeutend schwieriger als die Einstellung getrennter Köpfe. Ferner wird bei Verwendung eines Kombikopfes die gerade für den Amateur interessante Möglichkeit des sofortigen Abhörens „hinter Band" während der Aufnahme mit allen sich daraus ergebenden Möglichkeiten eingebüßt.

Der elektrische Teil ist demgegenüber für die meisten Amateure, die ja gewöhnlich von der „elektrischen Seite" her kommen, wesentlich einfacher. Dem Amateur, der bereits etwas Erfahrung im sauberen Aufbau von NF-Verstärkern hat, werden hier kaum nennenswerte Schwierigkeiten erwachsen. Hier ist auch der weitaus meiste Spielraum für eigene Varianten nach den persönlichen Wünschen des einzelnen. Der elektrische Teil gliedert sich im wesentlichen in den Wiedergabeverstärker, für dessen Aufbau etwa die Gesichtspunkte wie für einen Mikrofonvorverstärker maßgebend sind, den Hochfrequenzgenerator für Löschung und Vormagnetisierung, der etwa mit dem Oszillatorteil eines Rundfunkgerätes verglichen werden kann, allerdings wesentlich höhere Leistung aufbringen muß, und den Netzteil, der keine prinzipiellen Besonderheiten aufweist. Hinzu kommen – außer bei ganz einfachen Geräten – gewöhnlich noch ein Aufsprechverstärker, vergleichbar etwa dem NF-Teil eines Rundfunkgerätes, das bei einfachen Geräten ja auch hierzu benutzt wird, sowie eine Pegelkontrolle zur Festlegung der richtigen Aufnahmelautstärke, für die es mehrere Lösungen mit sehr unterschiedlichem Aufwand gibt. – Kennzeichnend für den

elektrischen Teil ist vor allem der gewöhnlich sehr gedrängte Zusammenbau aller dieser Gruppen, was einen sauberen, überlegten Aufbau bedingt.

Die Steuerung des Tonbandgerätes ist der Teil, in dem die einzelnen Ausführungen am meisten voneinander abweichen. Der hier getriebene Aufwand richtet sich ganz nach der Auslegung des Gerätes und den an den Bedienungskomfort gestellten Ansprüchen. Industriegeräte treiben hier meist einen beachtlichen mechanischen, für den Amateur kaum sinnvollen Aufwand. Der Amateur sollte auch hier wieder versuchen, mit möglichst geringem mechanischem Aufwand auszukommen und die nötigen Funktionen weitgehend elektrisch lösen, was bei einiger Überlegung sehr weitgehend möglich ist. Eine Bestückung des Gerätes mit wenigstens zwei, besser sogar drei Motoren kommt dem entgegen. Bei den hierzu anzustellenden Überlegungen darf auch nicht übersehen werden, daß eine brauchbare Laufwerksteuerung vor allem hinreichend „narrensicher" sein muß, also möglichst keine Gelegenheit zu unbeabsichtigter Fehlbedienung bieten darf. Elektrische oder vorwiegend elektrische Steuerungen lassen eine „narrensichere" Auslegung leicht zu, während dies bei mechanischen Hebelsteuerungen schon schwieriger ist. Schon deshalb sollte jedwede entbehrliche Hebelübersetzung vermieden werden. Zusammenfassend sei nochmals betont:

Möglichst einfacher mechanischer Aufbau, Verwendung fabrikmäßiger Triebteile, wenigstens 2 Motoren, getrennte Hör- und Sprechköpfe, Lösung aller Steuerungsaufgaben auf elektrischem Wege! Hiervon sollte bei der Planung eines Amateurgerätes konsequent ausgegangen werden. Im elektrischen Teil dagegen lasse man getrost seine Fantasie spielen.

Einfache Amateur-Tonbandanlage durch Erweiterung des RFT-Aufsatz-Bandgerätes „TONI"

Übliche Bauanleitungen zum Aufbau eines Bandgerätes von Grund auf erfordern immer ein gewisses, nicht unbeträchtliches Mindestmaß an handwerklichem Können und vor allem an Werkzeugen. Hierüber verfügt aber nicht jeder Amateur. Um die hier bestehende Lücke zu schließen und auch dem weniger gut ausgerüsteten Amateur die Möglichkeit zum Aufbau einer brauchbaren eigenen und kostensparenden Tonbandanlage zu geben, wird bei der folgenden Beschreibung von dem im Handel erhältlichen RFT-Tonband-Aufsatzgerät „TONI" (VEB Fernmeldewerk Leipzig) ausgegangen. Dieses Gerät hat sich nach einigen schaltungstechnischen Ergänzungen als ein für Amateurzwecke sehr gut geeignetes Gerät erwiesen. Es handelt sich bei diesem sehr preisgünstigen Bandgerät um ein Plattenspieler-Aufsatzgerät, das im Originalzustand durch ein Schallplattenlaufwerk angetrieben wird. Das Originalgerät ist für 190-m-Spulen bemessen und enthält neben dem kompletten Antrieb – mit Ausnahme des Motors – einen Wiedergabeverstärker und 3 Tonköpfe sowie den zugehörigen Netzteil. Eine Rücklaufeinrichtung ist nicht vorgesehen, das Umspulen der Bänder geschieht durch Umlegen der Spulen. Die im folgenden beschriebene Anlage besteht aus diesem Gerät, einem normalen Schallplattenmotor für den Antrieb und einen zusätzlich zu bauenden Verstärkerteil, dessen Stromversorgung mit dem Original-Netzteil des TONI vorgenommen wird. Bis auf einige ganz unkritische Chassisarbeiten üblicher Art beschränkt sich die Arbeit des Amateurs hierbei nur auf die schaltungstechnische Seite. Daher ist diese Anlage, die bereits recht vielseitig verwendbar ist, besonders für den noch weniger erfahrenen Bastler geeignet, der sich damit ohne jede Gefahr des Mißlingens eine noch weiter ausbaufähige Tonbandanlage schaffen kann.

Die Schaltung

Die Bilder 1 und 2 zeigen das TONI-Originalgerät, Bild 3 seine Schaltung und die an ihr vorzunehmenden Änderungen, die zunächst besprochen werden.

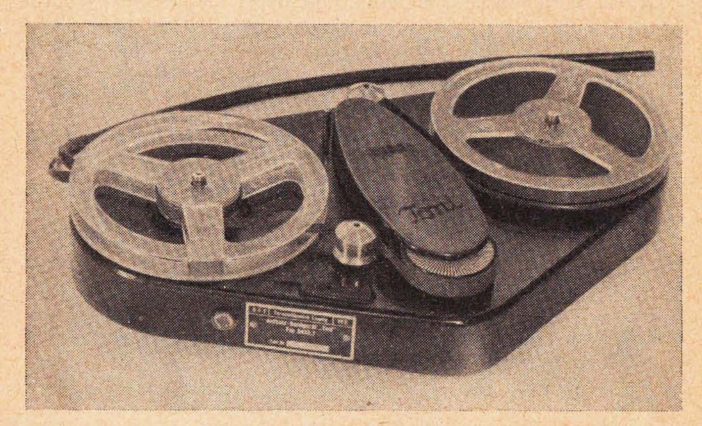


Bild 1. Aufsatz-Bandgerät TONI mit aufgelegten Bandspulen und eingelegtem Tonband

TONI ist mit drei Köpfen ausgerüstet, die sich in Gerätemitte unter einer Preßstoff-Abdeckkappe befinden. Diese Kappe wird zweckmäßig entfernt und fortgelassen. Dadurch liegen die Köpfe frei und bequem zugänglich, was sich für die spätere praktische Arbeit (Bandschnitt, Cuttern) als vorteilhaft erweist. Die Verdrahtungsansicht des Originalgerätes nach Abnehmen der Bodenplatte zeigt Bild 4.

Wie aus der Schaltung (Bild 3) ersichtlich, benötigt der TONI eine relativ hohe Aufsprechspannung, etwa 18 V NF, die hier von dem später beschriebenen zusätzlichen Verstärkerteil geliefert wird. Die Aufnahme-NF gelangt über eine R-C-Entzerrkombination an den Sprechkopf. Gleich hinter dem Eingang ist über 10 nF / 50 kOhm eine Glimmlampe für die Aussteuerungskontrolle angeschlossen. Sie bekommt über die Spannungsteiler-

widerstände 400 und 200 kOhm eine Vorspannung, da die NF allein keine Zündung bewirken würde. Diese – in Heimtongeräten älterer Ausführung viel benutzte – Schaltung hat sich hier nicht bewährt, da sie von der Betriebsspannung abhängig und zu ungenau ist. Außerdem kann die Glimmlampe nach einiger Zeit zu Prasselstörungen Anlaß geben, die die Aufnahme unbrauchbar machen können. Diese Anzeige wird daher durch Entfernen des 10-nF-Kondensators totgelegt. Gleichzeitig wird der Widerstand 200 kOhm entfernt, so daß die Glimmlampe

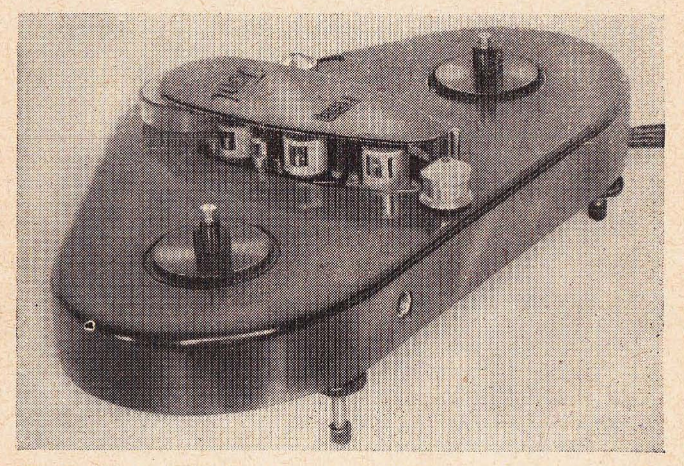


Bild 2. Anordnung der Tonköpfe und der Triebteile auf dem Gerät – Im Vordergrund die verstellbaren Auflagefüße

nun dauernd brennt. Sie dient jetzt lediglich noch zur Anzeige des Aufnahmezustandes („Löschung ein!"), während die Aussteuerungskontrolle im gesonderten Verstärkerteil mittels eines Magischen Auges vorgenommen wird.

Die wichtigste Änderung betrifft den Aufnahme-Wiedergabe-Umschalter, der nicht mehr benutzt wird. Er wird in Stellung „Aufnahme" gestellt und in dieser Stellung arretiert, was einfach

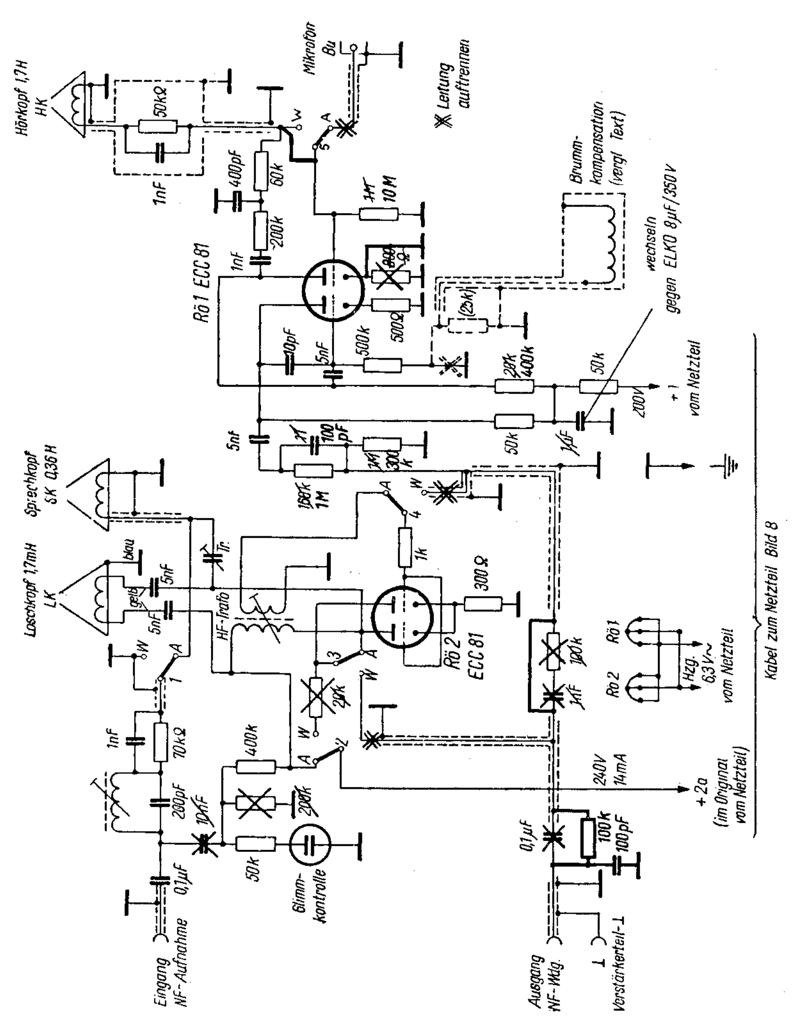


Bild 3. Originalschaltung des TONI – Die im Text erläuterten Änderungen sind angedeutet

geschieht, indem zwischen den im Toni auf der Schalterachse sitzenden Gelenkhebel und die daneben befindliche Preßstoffrippe (Gehäuseversteifung) ein passend geschnittenes, etwa 3–4 mm starkes Pertinaxplättchen eingekeilt wird. Damit ist der Schalter zuverlässig festgelegt. Die Umschaltung Aufnahme-Wiedergabe erfolgt nun ebenfalls im später beschriebenen Verstärkerzusatz. Nunmehr werden alle im Betriebszustand „Aufnahme" nicht benötigten Leitungen totgelegt, wie in Bild 3 angedeutet. Sie werden an ihrem dem Schalter abgewendeten Ende abgelötet und können im Gerät verbleiben. Der direkt über dem Schalter querliegende Widerstand 20 kOhm (in Bild 4 zu erkennen) wird entfernt.

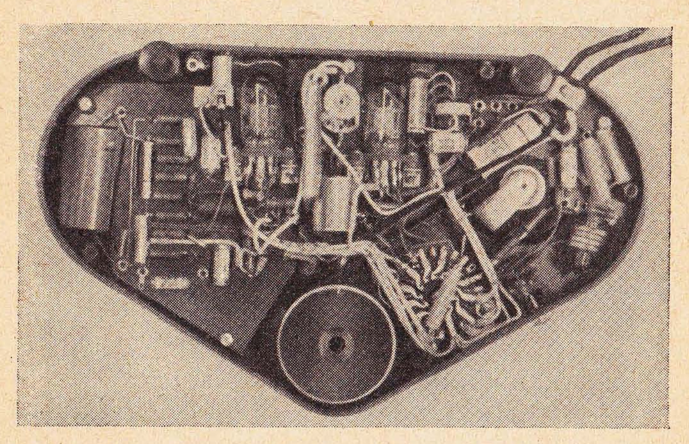


Bild 4. Blick in die Original-Verdrahtung des TONI – Mitte unten: Die Triebteil-Kupplung – Mitte oben: Der Trimmer Tr für die Aufsprech-Vormagnetisierung – Beiderseits davon die Röhren

Im Original dient der Wiedergabeverstärker mit Rö 1 (ECC 81) in Schalterstellung „A" als Mikrofonvorverstärker. Hierauf wird verzichtet, um ein Abhören „hinter Band" während der Aufnahme zu ermöglichen. Die vom Hörkopf HK kommende Leitung führt über ein abgeschirmtes RC-Glied zum Umschalter. Dort wird

nun die in Bild 3 am Kontakt 5 gezeichnete Verbindung hergestellt. Der Katodenwiderstand des ersten Systems von Rö 1 wird entfernt und die Katode direkt an Masse gelegt. Der Gitterwiderstand dieses Systems wird auf 10 MegOhm erhöht, der Anodenwiderstand ebenso von 20 kOhm auf 400 kOhm. Damit arbeitet dieses System in Gitteranlaufstromschaltung, wodurch eine bedeutende Verbesserung des Brummabstandes wegen der jetzt an Masse liegenden Katode (womit der Heizungsbrumm entfällt!) erreicht wird.

Hinter dem Kopplungskondensator an der Anode der 2. Stufe von Rö 1 (linkes System in Bild 3) folgt ein Entzerrerglied, dessen Werte wie angegeben geändert werden. Von dort führt ein Abschirmkabel über eine 1 nF/100 kOhm-Reihenschaltung, die überbrückt und entfernt wird, zum Ausgang. Der vor dem Ausgang liegende 0,1-MF-Kondensator wird entfernt und durch die in Bild 3 gezeichnete RC-Kombination ersetzt. Dieses RC-Glied erscheint zunächst sinnwidrig. Es hat sich jedoch gezeigt, daß bei Betrieb des TONI in Aufnahme und gleichzeitiger Wiedergabe die Lösch-Hochfrequenz (etwa 40 kHz) innerhalb der TONI-Verdrahtung etwas in den Wiedergabeteil einstreut. Um diese HF nicht in den nachfolgenden Wiedergabeverstärker gelangen zu lassen, wurde das RC-Glied 100 kOhm/100 pF als HF-Filterglied vorgesehen. Diese Kombination soll deshalb auch an der Stelle des 0,1-MF-Kondensators im TONI unmittelbar an der Kabelausführung vorgesehen werden.

Damit sind die im TONI vorzunehmenden Änderungen besprochen.

Die ECC 81 (Rö 2) arbeitet in Schalterstellung „A" mit beiden Systemen parallel als HF-Generator. Der Schwingkreis wird dabei von der Anodenwicklung des HF-Trafos, den beiden zum Löschkopf führenden 5-nF-Kondensatoren und der Löschkopf-Induktivität selbst gebildet. Die Vormagnetisierung für den Sprechkopf wird von den Anoden der Rö 2 abgezweigt und über den Trimmer Tr, der sich im TONI zwischen den Kopfdurchführungen befindet, dem Sprechkopf zugeführt.

In Schalterstellung „W" wird im Originalgerät ein System von Rö 2 als dritte Verstärkerstufe zur Bandwiedergabe benutzt. Nach den vorgenommenen Änderungen ist das nicht mehr

möglich, da Rö 2 jetzt als HF-Generator arbeitet. Die hierdurch eingebüßte Verstärkung muß außerhalb des TONI mit einer zusätzlichen Stufe nachgeholt werden, deren Aufbau später beschrieben wird. Der TONI-Netzteil, der mit dem Gerät geliefert wird und sich in einem getrennten kleinen Gehäuse befindet (Bild 8), liefert auch die Speisespannungen für den zusätzlichen Verstärkerteil. Der in diesem Netzteil vorhandene Trafo ist so dimensioniert, daß er diese Mehrbelastung noch gut verträgt, ohne sich unzulässig zu erwärmen. Dieser Netzteil ist bei der Montage des Gerätes möglichst weit von den Köpfen entfernt anzuordnen, um Brummeinstreuung durch das magnetische Streufeld des Netztrafos zu vermeiden.
Eine magnetische Brummeinstreuung auf die Köpfe kann unter Umständen auch durch den Antriebsmotor zustande kommen. Der Antrieb wird später behandelt, hier sei nur soviel vorweggenommen, daß möglichst ein Motor mit kräftigem Ständeraufbau, also geringem Streufeld, verwandt werden soll. Falls trotzdem noch Motorenbrumm auftritt, kann er durch die in Bild 3 punktiert gezeichnete Änderung kompensiert werden. Hierbei wird der Gitterableitwiderstand des zweiten Systems von Rö 1 am „kalten" Ende abgelötet und ein Widerstand von 20–25 kOhm zwischengeschaltet. Am Verbindungspunkt beider Widerstände wird ein Abschirmkabel angeschlossen, das aus dem TONI herausgeführt wird. An seinem Ende befindet sich eine kleine Spule, für die eine alte Kopfhörerspule oder auch eine Spule von einem alten DKE-Freischwinger-Lautsprecher o. ä. geeignet ist. Diese Spule wird nun zunächst lose in der Nähe des laufenden Motors bewegt. Richtige Polung der Spule (ausprobieren!) vorausgesetzt, wird sich hier eine Stelle finden lassen, an der der Motor-Streufeldbrumm ein Minimum erreicht. In dieser Lage wird die Spule, die natürlich elektrisch völlig abgeschirmt sein muß (Umhüllen mit dünner Aluminiumfolie o. ä. unmagnetisches Material), an einem kleinen Bügel befestigt. Es darf dabei nicht überraschen, daß diese Spule meist in den unerwartetsten und wunderlichsten Stellungen zu stehen kommt. Falls zur Erzielung des Brumm-Minimums die Spule weiter als 8–10 cm vom Motor entfernt werden muß oder etwa gar kein Abnehmen des Brumms feststellbar ist und auch

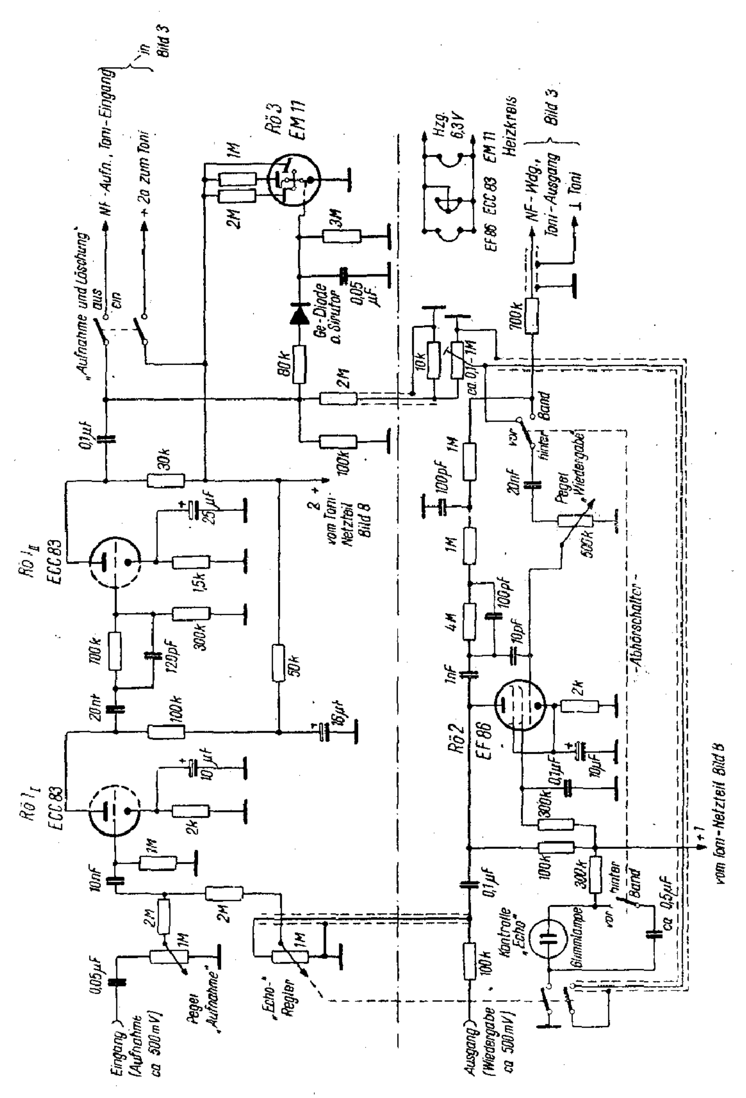


Bild 5. *Schaltung des Zusatz-Verstärkerteiles* — **Oben: Aufsprechkanal, unten: Wiedergabekanal**

Umpolen der Spule erfolglos bleibt, ist die in der Spule induzierte Kompensationsspannung zu hoch. Die Spule muß dann teilweise abgewickelt werden. Mit diesen Maßnahmen – Kompensationsspule und Gitteranlaufstromschaltung des ersten Systems von Rö 1 – ist bei einiger Geduld ein Brummspannungsabstand erreichbar, der demjenigen hochwertiger Geräte vergleichbar ist und wesentlich über dem Originalwert des TONI liegt.

Der zusätzliche Verstärkerteil

Der Aufsprechverstärker für die TONI-Anlage wurde für etwa 500 mV Eingangsspannung bemessen, womit alle üblichen NF-Quellen ohne weiteres anschließbar sind. Die vom Wiedergabeverstärker abgegebene Ausgangsspannung liegt in der gleichen Größenordnung.

Da Aufnahme- und Wiedergabe-NF-Kanal stets gleichzeitig in Betrieb sind, ist es möglich, jederzeit die über den Verstärkereingang aufgenommene Aufzeichnung gleichzeitig wieder „hinter Band" über den Wiedergabeverstärker und einen nachgeschalteten Abhörverstärker abzuhören. Nebenbei ergibt sich die für den Amateur interessante Möglichkeit, durch erneutes Einblenden der Wiedergabe in den Aufnahmekanal ein „künstliches Echo" zu erzeugen. Diese Echo-Effekte kommen dadurch zustande, daß die über den Aufnahmekanal aufgesprochene NF auf dem Band vom Sprechkopf bis zum Hörkopf läuft, dort wieder abgenommen und erneut in den Aufnahmekanal eingeblendet wird. Sie ist also im Abstand Sprech- bis Hörkopf zum zweitenmal auf dem Band vorhanden, wird ein zweites Mal abgenommen und wieder aufgesprochen, ist damit zum drittenmal vorhanden usw. Bei geeigneten Pegelverhältnissen ergibt sich ein täuschend echter Effekt, der je nach dem Grad der Anwendung vom leichten Verhallen einer Aufnahme bis zu ausgesprochenen hörspielartigen Geräuscheffekten (z. B. durch „Überkoppeln", das Echo schaukelt sich dann, anstatt abzuklingen, allmählich auf) interessante Kombinationen erlaubt. Da der TONI Kleinköpfe besitzt, ist der Abstand Sprechkopf – Hörkopf mit etwa 35 mm Bandweg relativ gering, was sehr

günstig ist. Bei einer Bandgeschwindigkeit von 19 cm/s folgen dann die Echos in einem Zeitabstand von etwa 0,2 Sekunden aufeinander, so daß ein ausgeprägtes Echo nur bei stoßartigen Aufzeichnungen (Worte, Ausrufe, Knallgeräusche u. ä.) entsteht, während bei anhaltenderen Aufzeichnungen (Musik) bereits ein typischer Nachhalleffekt entsteht.

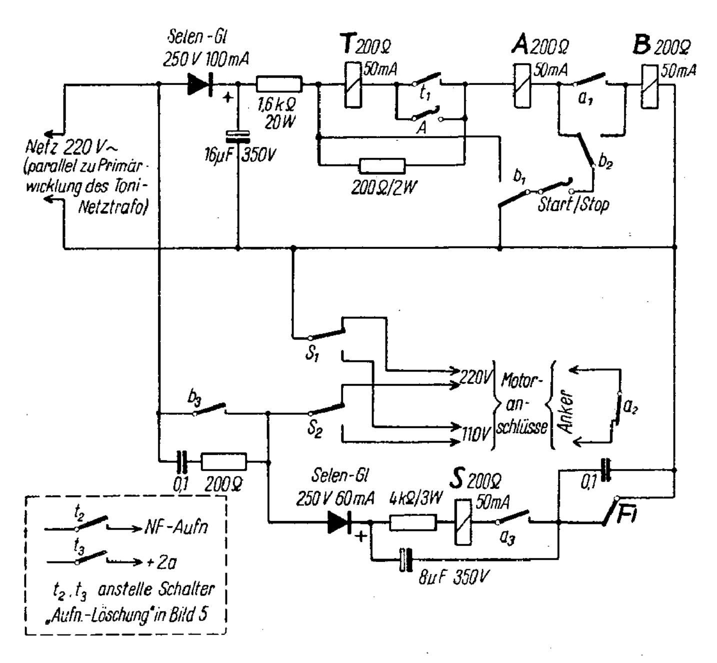


Bild 6. Schaltung der Motor-Relaissteuerung

Die Schaltung des zusätzlichen Verstärkerteils zeigt Bild 5. Der Eingang mündet über 50 nF auf den Aussteuerungsregler für den Aufnahmekanal. Dieser ist mit einer ECC 83 bestückt, die es gestattet, mit einer Röhre die notwendige Aufsprechspannung

zu erhalten. Zwischen dem 1. und 2. System von Rö 1 liegt ein Entzerrerglied (700 kOhm / 120 pF / 300 kOhm, letzterer gleichzeitig Gitterableitwiderstand), das sich für den TONI als vorteilhaft erwiesen hat. Hinter dem Auskoppelkondensator des 2. Systems von Rö 1, von wo die NF zum TONI-Eingang gelangt, wird auch die Kontrollspannung für die Aussteuerungsanzeige abgegriffen und über einen Schutzwiderstand 80 kOhm mittels Diode gleichgerichtet. Als Dioden sind die bekannten Sirutoren gut geeignet, aber auch Germanium-Dioden (z. B. OA 625 vom VEB WBN) eignen sich hierfür.

Die durch die Diode gleichgerichtete NF lädt den Kondensator 50 nF (für größere Anzeigeträgheit auch 0,1 MF!) auf. Die Entladung erfolgt über den 3-MOhm-Widerstand wesentlich langsamer, so daß die Anzeige von Lautstärkespitzen, die hier in bekannter Art mittels der Röhre EM 11 (Rö 3) erfolgt, in der gewünschten Weise träge abklingt. Die TONI-Aufnahme ist gerade richtig ausgesteuert, wenn die erste Sektorengruppe der EM 11 voll, die zweite etwa $^2/_3$ geschlossen erscheint. Diese Aussteuerungsanzeige ist wesentlich exakter und zuverlässiger als die im Original-TONI vorgesehene.

Die NF wird dem TONI über einen zweipoligen Ausschalter „Aufnahme und Löschung ein/aus" zugeführt. Bei Wiedergabe ist dieser Schalter ausgeschaltet. Da über seinen zweiten Schaltkontakt für den Löschgenerator Rö 2 des TONI (vgl. Bild 3) die Anodenspannung zugeführt wird, kann dann keine Aufnahme zustande kommen. Dieser Schalter übernimmt also die Funktion des ursprünglich im TONI vorhandenen Umschalters mit dem Unterschied, daß der gesamte Wiedergabekanal jetzt von der Umschaltung überhaupt nicht mehr berührt wird.

Der zusätzliche Wiedergabeverstärker, der die Funktion der jetzt im TONI fehlenden dritten Verstärkerstufe übernimmt, ist mit einer Röhre EF 86 (Rö 2) bestückt. Im Eingang dieser Stufe liegt ein doppelpoliger Umschalter, über den Rö 2 in der Normalstellung „hinter Band" die abgehörte NF vom TONI erhält. Durch Umlegen des Schalters kann direkt hinter dem Aufsprechverstärker „vor Band" abgehört werden. Dies ist für Vergleichszwecke sowie dann wichtig, wenn eine „am Band liegende" NF-Spannung vor Start des Bandes kontrolliert wer-

den soll. Die NF in dieser Schalterstellung kommt von einem Spannungsteiler, der die Aufsprech-NF auf den für Rö 2 erforderlichen Wert bedämpft und aus den Widerständen 2 MOhm, 10 kOhm und einem Potentiometer zum einmaligen Abgleich besteht, das nicht von außen zugänglich ist und nur eine geschlitzte Achse für Schraubenziehereinstellung haben soll. Es wird so eingestellt, daß sich bei laufender Aufnahme und Umschalten vor/hinter Band in beiden Stellungen die gleiche Lautstärke ergibt. – Die NF führt dann über einen Regler „Wiedergabe-Pegel" zum Gitter von Rö 2 und von deren Anode zum Ausgang.

In Stellung „hinter Band" des Umschalters ist von der Anode von Rö 2 aus noch eine Gegenkopplung auf den Eingang dieser Stufe wirksam, die die Frequenzgangabfälle an den Frequenzgrenzen des TONI anhebt. Der Hersteller gibt für TONI 60–6000 Hz an, mit der beschriebenen Anlage ist es jedoch, wie die Messungen am Mustergerät ergaben, ohne weiteres möglich, den Frequenzgang auf 50–10 000 Hz zu erweitern.

Vom Ausgang des Wiedergabekanals zweigt die Rückleitung für den Echo-Effekt ab. An einem besonderen „Echo-Regler" wird die NF abgenommen und wieder in den Aufnahmekanal eingespeist. Dieser Regler ist ein normales Potentiometer mit doppelpoligem Ausschalter. Bei Aufdrehen des Echo-Reglers erhält die Signal-Glimmlampe „Echo" Spannung und leuchtet auf. Diese Anzeige vermeidet, daß eine Aufnahme durch den etwa versehentlich noch offenen Echo-Regler ungewollt verhallt wird, was sonst leicht geschieht.

Es sei nun angenommen, daß der Abhörschalter in Stellung „vor Band" steht. Wird jetzt der Echo-Regler aufgedreht, käme eine direkte Rückkopplung vom Ausgang des Aufsprechverstärkers über die Wiedergabestufe auf seinen Eingang zustande. Das Ergebnis wären Selbsterregung und wilde Schwingungen. Um diesen Bedienungsfehler – um einen solchen handelt es sich, denn bei Abhören „vor Band" ist eine Echoerzeugung logischerweise unmöglich – unwirksam zu machen, schaltet der Echoregler mit seinem zweiten Schaltkontakt die an Stellung

„vor Band" des Abhörschalters auflaufende Leitung an Masse, womit bei der genannten „Fehlschaltung" der Wiedergabeverstärker blockiert und keine Selbsterregung möglich ist. Damit der Bedienungsfehler sofort auffällt, legt der Abhörschalter mit seinem zweiten Schaltkontakt in Stellung „vor Band" noch einen Kondensator von etwa 0,5 MF (ausprobieren!) der Echo-Anzeigeglimmbirne parallel, wodurch diese auffällig zu blinken beginnt (Kippschaltung!).

Soweit die Schaltung. Zur Verdrahtung des Verstärkerteiles ist wenig zu sagen. Es gelten hier dieselben Gesichtspunkte wie für den Aufbau jeden NF-Verstärkers. Selbstverständlich soll jede Stufe ihren eigenen Erdpunkt haben, es darf also nicht jedes an Masse liegende Bauteil einfach „irgendwo" an Masse gelegt werden. Zumindest sollen Aufnahme- und Wiedergabeverstärker je einen zentralen Erdpunkt haben, der dann wieder nur an einer einzigen Chassisstelle mit diesem Verbindung hat. Die Verbindungen TONI-Netzteil bleiben im Originalzustand bis auf Leitung 2 in Bild 8, die nun über den Verstärkerteil führt und von diesem ab Schalter „Aufnahme und Löschung" als Ltg. 2a zum TONI weiterführt. Die übrigen vom Verstärkerteil (Bild 5) kommenden Leitungen werden mit den gleichnamigen TONI-Zuleitungen verbunden. Die Masseverbindung des Verstärkerteiles zu TONI und Netzteil erfolgt über den Abschirmmantel der Wiedergabeleitung des TONI, wie aus Bild 5 ersichtlich. Zu beachten ist, daß die Metallteile des TONI keine anderweitige Masseverbindung (Bodenplatte!) bekommen dürfen, da sie über das Wiedergabekabel bereits geerdet sind. Insbesondere darf keine leitende Verbindung zwischen den TONI-Metallteilen und dem Gehäuse des Antriebmotors, der für sich an der Erdbuchse des Netzteiles geerdet wird, bestehen. Die Folge wäre Brumm durch Erdschleifenbildung.

Der Antrieb

Der TONI ist als Plattenspieler-Aufsatzgerät zum Antrieb durch einen normalen Plattenspieler-Motor bestimmt. Als Beruhigungsmasse dient dabei der Plattenteller des Laufwerkes. Nachteilig ist dabei jedoch die relativ lange „Anlaufzeit", bis der Platten-

teller nach dem Einschalten auf Touren gekommen ist. Es hat sich jedoch gezeigt, daß der platzbeanspruchende Teller unter bestimmten Voraussetzungen entfallen kann.
Es wird ein Plattenspielmotor gewählt, der möglichst kräftig dimensioniert ist und über einen schweren Anker mit Schneckentrieb verfügt. Nicht geeignet sind die neueren leichten Motore z. B. der Drei-Touren-Chassis mit Reibradantrieb. Dagegen sind gerade unter älteren Motoren (Vorkriegsausführungen!) ausgezeichnet geeignete Exemplare zu finden. Die Auswahl kann nur durch Versuch geschehen, da auch das magnetische Streufeld sehr unterschiedlich ist.
Der Motor wird nun in üblicher Art in ein geeignetes Gehäuse (Plattenspieler-Schatulle oder gesondert angefertigtes Chassis in ähnlicher Form) montiert. An Stelle des Plattentellers erhält er lediglich eine Pertinaxscheibe von etwa 5 mm Stärke, im Durchmesser der TONI-Kupplung, die auf die konische Plattenteller-Achse aufgetrieben wird. Auf diese Scheibe wird ein breiter Schwammgummiring, der möglichst weich und wenigstens 15–20 mm stark sein soll, aufgeleimt. Direkt auf diesen Schwammgummiring wird der TONI aufgesetzt und mit zwei Schraubenbolzen, die an Stelle der hinteren Füße des TONI eingesetzt werden, fest auf die Grundplatte montiert. Es empfiehlt sich, diese Schraubenbolzen ebenfalls stramm im Schwammgummi zu lagern, um dem TONI wenige Millimeter seitlichen Spielraum zu geben, wodurch er sich bei laufendem Gerät selbst zentriert. Gleichlaufschwankungen, die das gefürchtete „Zittern" des Tones bewirken, werden durch die Schwammgummikupplung – sofern diese genügend dick ist – zuverlässig vermieden. Langsame Gleichlaufschwankungen („Jaulen") sind eine reine Motorenfrage und bei guten Motoren von vornherein nicht zu befürchten. Generell ist das gesamte Antriebsproblem hier eine reine Motorenfrage und durchaus nicht so kritisch, wie zunächst anzunehmen wäre. – Die Einschaltung des Motors und damit des Bandtransports kann im einfachsten Fall mit einem Kippschalter geschehen. Für den hinsichtlich Bedienungskomfort etwas Anspruchsvolleren wird im folgenden noch ein eleganterer Weg mittels Drucktasten-Relais-Steuerung gezeigt.

Der Aufbau des Verstärkerteiles wird sich nach den jeweiligen Erfordernissen und den gerade vorhandenen Einzelteilen richten. Deshalb seien hier nur einige grundsätzliche Ratschläge gegeben. Zunächst wird die Montage des TONI nebst Motor vorgenommen. Sie wird die Raumaufteilung bestimmen, und etwa in derselben Anordnung, wie bei Plattenspielern üblich, erfolgen. Ein dergestalt mit dem TONI aufgebautes Koffergerät ist übrigens unter dem Namen „TONKO" im Handel. Durch die Maße des TONI und des Motors sind die wichtigsten Gehäusemaße bereits gegeben. Als nächstes wird zweckmäßig der Netzteil so untergebracht, daß er möglichst weit vom Hörkopf entfernt ist und beim Erproben der geringsten Brummeinstreuung nachträglich noch etwas verdreht werden kann. Den Baustein der Verstärkereinheit, zweckmäßig auf einem langen, schmalen Chassis, das höchstens 30 mal 10 cm groß werden wird, bringt man zweckmäßig an der Vorderwand der Schatulle oder auch hängend an der Deckplatte quer vor dem TONI an. Dann können die Bedienungsorgane mit auf dieses Chassis montiert werden, wobei ihre Achsen durch Vorderwand oder Oberfläche des Gehäuses bzw. der Grundplatte hindurchragen. Wer besonders klein bauen will, kann auch den Aufsprech- und Wiedergabeverstärker in zwei getrennten Einheiten vorn um den Motor herumbauen, so daß die Bedienungs- und Kontrollorgane beiderseits vor den Schrägseiten des TONI herausragen.

Mehr über die Anordnung der Teile im einzelnen zu erwähnen, ist nicht sinnvoll. Die ganze Anlage ist dem Aufbau nach in Bausteinform gehalten, die zwischen den Bausteinen verlaufenden Leitungen sind unkritisch. Notwendige Leitungsabschirmungen sind im Schaltbild angegeben. Hinsichtlich der äußeren Gestaltung der Anlage hat der Amateur also völlig freie Hand. Für den Amateur, der über die grundlegendste Erfahrung im Aufbau von NF-Verstärkern verfügt, kann der Bau dieser Anlage kaum einen Fehlschlag bringen.

Die Steuerung

Abschließend soll als Schaltungsanregung noch eine mit vier Relais arbeitende Motor-Steuerung beschrieben werden, die zur

Steuerung des TONI-Antriebsmotors und für alle ähnlichen Fälle benutzt werden kann. Als Relais werden normale Fernmelderelais mit etwa 200 Ohm Wicklungswiderstand benutzt, die mehrere Umschaltkontakte (Wechselkontakte) aufweisen. Da es im folgenden vornehmlich auf die Darstellung des Funktionsprinzips ankommt, wird im wesentlichen auf die Schaltung eingegangen. Für den Bandantrieb wird ein normaler Plattenspielmotor mit Fliehkraftregler und Anschlüssen für 110 und 220 Volt Netzspannung zugrunde gelegt.
Die Bedienung des Bandantriebes erfolgt mit zwei normalen einpoligen Drucktasten. Die Taste „Start/Stop" betätigt den Motor, der auf Tastendruck anläuft, auf erneuten Tastendruck wieder stoppt usf. Diese Taste entspricht der Betriebsart „Wiedergabe". Der Wiedergabe-Kanal der Anlage ist ja ständig betriebsbereit. Wenn nun eine Aufnahme vorzunehmen ist, wird gleichzeitig mit der Starttaste oder nach dieser die zweite Taste „Aufnahme" (A) gedrückt. Über die Relaissteuerung wird dann die Anlage auf „Aufnahme" geschaltet. Zu diesem Zweck entfällt der Schalter „Aufnahme/Löschung" im Verstärkerteil (Bild 5), an seine Stelle treten zwei Relaiskontakte t 2 und t 3 des Relais T, wie im folgenden noch gezeigt wird. – Nach beendeter Aufnahme wird das Bandgerät durch Drücken der erwähnten Starttaste gestoppt. Die Steuerung schaltet dabei automatisch auf „Wiedergabe" zurück, so daß bei erneutem Anfahren des Bandes keine unbeabsichtigte Löschung zustande kommen kann. Eine Fehlbedienung ist dadurch ausgeschlossen, auch eine Verwechslung der Tasten bleibt wirkungslos, da ein Drücken der Aufnahmetaste A allein keine Wirkung hat. Ferner wird durch die Steuerung ein Schnellstart und -stop des Motors bewirkt. Der Motor kommt also fast augenblicklich auf Sollgeschwindigkeit und wird beim Stoppen elektrisch gebremst. Hierin liegt der Hauptvorteil der Relaissteuerung vor der Bedienung des Motors durch einen einfachen Schalter.
Die Steuerschaltung zeigt Bild 6. Die Betriebsspannung wird direkt dem Netz entnommen. Über einen Selengleichrichter mit Ladekondensator wird eine Gleichspannung bereitgestellt. Beim Drücken der Starttaste kommt folgender Stromlauf zustande: Ladekondensator 16 MF, Vorwiderstand 1,6 kOhm,

Widerstand 200 Ohm, Relais A, Relaiskontakt b 2, Starttaste, b 1, Netz. Relais A zieht und legt seine Kontakte a 1 – a 3 um. Beim Loslassen der Taste ändert sich der Stromlauf wie folgt: Wie oben bis Relais A, weiter a 1, Relais B, Netz. Mit Loslassen der Starttaste zieht nun auch Relais B nach und legt nun seine Kontakte b 1 – b 3 um. Beide Relais bleiben gezogen. Über Netz, b 3, s 2, Motornetzanschluß 220 V, s 1, Netz erhält der Motor Strom. Gleichzeitig bekommt jedoch der hinter b 3 liegende Selengleichrichter Spannung. Die an dem darauffolgenden Ladekondensator 8 MF auftretende Spannung bringt über den Widerstand 4 kOhm das Relais S zum Ziehen (weiter über a 3 – der jetzt geschlossen ist! – Kontakt Fl, Netz). Relais S zieht sofort an und legt seine Kontakte s 2 und s 1 um. Damit kommt die Netzspannung jetzt auf den 110-Volt-Anschluß des Motors, der also die doppelte Spannung erhält, daher fast augenblicklich kräftig anzieht und in Sekundenbruchteilen seine Sollgeschwindigkeit erreicht. Dieses Anfahren des Motors mit doppelter Spannung ist völlig unbedenklich.

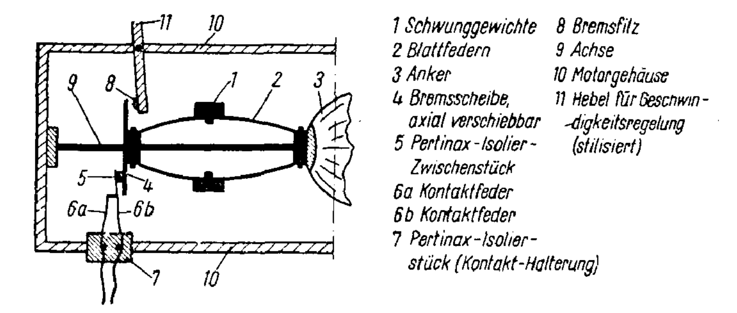


Bild 7. Anordnung des Fl-Kontaktes am Fliehkraftregler des Motors – Im Ruhezustand drückt die Bremsscheibe 4 die Kontaktfedern 6 über das Isolierstück 5 zusammen – Im Betrieb liegt 4 am Bremsfilz 8 an, 6 b steht dann frei und berührt weder 6 a noch 4

Am Fliehkraftregler des Motors ist nun ein einfacher Hilfskontakt angebracht, dessen prinzipielle Anordnung Bild 8 zeigt. Dieser aus langen, elastischen Messingfedern angefertigte Kontakt ist

so befestigt, daß er durch die Bremsscheibe des Fliehkraftreglers in Ruhestellung durch Zusammendrücken der Federn geschlossen ist. Bei laufendem Motor verschiebt sich die Bremsscheibe bekanntlich in axialer Richtung. Die Federn sind so einjustiert, daß der durch sie gebildete Kontakt kurz vor Erreichen der Endlage der Bremsscheibe, also kurz vor Erreichen der Sollgeschwindigkeit des Motors öffnet. Dieser Kontakt ist in Bild 6 mit Fl bezeichnet.

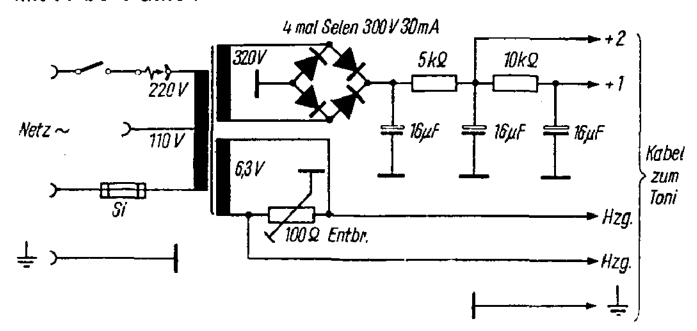


Bild 8. Schaltung des Originalnetzteiles zum TONI, die 16-MF-Elkos werden zweckmäßig auf je 32 MF vergrößert

Nach Erreichen der Sollgeschwindigkeit wird also der Stromkreis von S durch Öffnen von Fl unterbrochen. S fällt wieder ab und schaltet mit s 1, s 2 den Motor auf 220 Volt um, der nun mit normaler Spannung weiterläuft. Relais S zieht also nur jeweils kurzzeitig während des Startvorganges.

Soll nun eine Aufnahme vorgenommen werden, wird die Taste A gedrückt. Damit liegt Relais T dem 200-Ohm-Widerstand in dem eingangs beschriebenen Stromkreis parallel. Durch den Spannungsabfall an diesem Widerstand zieht es an, überbrückt mit t 1 die A-Taste und bleibt daher auch nach deren Loslassen in Selbsthaltung. Mit seinen Kontakten t 2 und t 3 – die an Stelle der Schalterkontakte des jetzt entfallenden Schalters „Aufnahme/Löschung ein" in Bild 5 treten, schaltet das T-Relais den Aufnahmekanal ein. Es ist zu erkennen, daß die Betätigung der A-Taste nur einen Anzug von T bewirkt, wenn durch vorheriges

Drücken der Starttaste der eingangs beschriebene Stromlauf für Relais A und B bereits besteht.
Nach Beendigung der Aufnahme wird wieder die Start/Stop-Taste gedrückt. Da jetzt Relais B gezogen hat, kommt folgender Stromlauf zustande: Vorwiderstand 1,6 kOhm, b 1, Taste Start/Stop, b 2, Relais B, Netz. Die Relais A und T sind also kurzgeschlossen und fallen ab. T schaltet – falls es gezogen hatte – den Aufnahmekanal (Bild 5) ab, A schließt mittels a 2 den Anker des Motors kurz (der Kontakt a 2 liegt dem Motoranker direkt parallel, d. h. die Leitungen von a 2 führen direkt an die Kohlebürsten des Motors). Damit erhält die Feldwicklung des Motors die volle Netzspannung, während der jetzt kurzgeschlossene Anker in deren jetzt verstärkten Magnetfeld rotiert. Dieser Vorgang entspricht vergleichsweise einem kurzgeschlossenen Dynamo und bewirkt eine starke Bremsung des rotierenden Ankers, der damit fast augenblicklich zum Stillstand kommt. Durch den sich dabei schließenden Fl-Kontakt kann S nicht wieder ziehen, da sein Stromkreis durch a 3 jetzt aufgetrennt ist. – Nach Stillstand des Motors wird die Starttaste losgelassen. Nun fällt auch Relais B ab und trennt mit b 3 den Motorstromkreis auf. Das Bremsen hört also beim Loslassen der Taste auf. Gleichzeitig gehen b 1 und b 2 in Ruhelage und bereiten durch Umschalten der Starttaste den nächsten Einschalt-Vorgang vor.
Diese relativ einfache und mit verhältnismäßig geringem Aufwand unkritisch zu bauende Steuerung entspricht bereits den in der Einleitung genannten Gesichtspunkten und bietet bereits einen praktisch wertvollen Bedienungskomfort. Zu ihrer Ausführung ist wenig zu sagen. Die Relais sollen für einen Anzugsstrom von etwa 50 mA ausgelegt sein und gute Kontaktisolation aufweisen. Die den Kontakten Fl und b 3 parallelliegenden Kondensatoren vermeiden Kontaktverschleiß durch Schaltfunkenbildung. Die Verdrahtung der Steuerung ist nach den Gesichtspunkten der Verlegung von Netzspannung führenden Leitungen vorzunehmen und völlig unkritisch. Zu beachten ist, daß die ganze Steuerschaltung direkte Netzverbindung hat und daher keine Masseverbindung (Chassis) erhalten darf, was hinsichtlich der Kontaktisolation an den Relais zu beachten ist. Übrigens kann der für die Speisung des Relais S vorgesehene Selen-

gleichrichter nebst Ladeelko 8 MF entfallen, wenn das B-Relais noch einen vierten Arbeitskontakt besitzt. Dieser wäre dann zwischen den Pluspol des 16-MF-Ladeelkos (Stromkreis der Relais A, B und T) und den Widerstand 4 kOhm vor dem Relais S zu legen. Die Funktion der Schaltung bleibt hierbei die gleiche. – Zweckmäßig werden die Relais auf ein eigenes kleines Chassis montiert, das in der Nähe des Netzteiles Platz findet. Die Netzspannung für die Steuerung wird parallel zur Primärwicklung des TONI-Netztrafos abgegriffen, so daß die Steuerung mit über den Netzschalter der Anlage läuft. Die Netzsicherung am TONI ist dann mit 1 A zu dimensionieren.

Heim-Magnettongerät mit zwei Motoren

Dieses Gerät entspricht in Aufbau und mechanischer Ausstattung etwa der Standard-Ausführung eines Amateurgerätes, während im elektrischen Teil etwas mehr Aufwand getrieben wurde. Der elektrische Teil ist hierbei in einzelne Schaltungs-Gruppen aufgeteilt, von denen einige gegebenenfalls fortgelassen werden können. Die Steuerung des Laufwerkes wurde relativ einfach gehalten.
Das Gerät enthält 2 Spezial-Tonbandmotoren als Bandantriebsmotor (Tonmotor) und Rückspulmotor. Kennzeichen: Bandgeschwindigkeit 19 cm/s, Verwendung aller handelsüblichen Bandträger bis 1000 m Bandlänge (Spulen aller Größen und Wickelkerne). 3 Köpfe, schneller Rücklauf und Vorlauf; Andruckrolle magnetisch betätigt. Laufwerksteuerung mittels Drucktastensatz.
Die Ansicht des Gerätes mit Bandtellern und eingelegtem Band auf Wickelkernen (1000-m-Bobbies) zeigt Bild 9, mit aufgelegten 500-m-Spulen Bild 10. Im Gebrauch wird das hier als Chassis gezeigte Gerät in einen passend angefertigten, kunstlederbespannten Holzkoffer eingesetzt. Auf der Geräteplatte ist unter dem linken (Abwickel-) Teller eine Umlenkrolle erkennbar, rechts daneben die Kopfträgerbrücke, daneben die Andruckrolle. Die Tonrolle (Achsstumpf des Tonmotors) sitzt etwas schräg oberhalb der Andruckrolle. Unter dem rechten Bandteller sitzt die zweite Umlenkrolle.

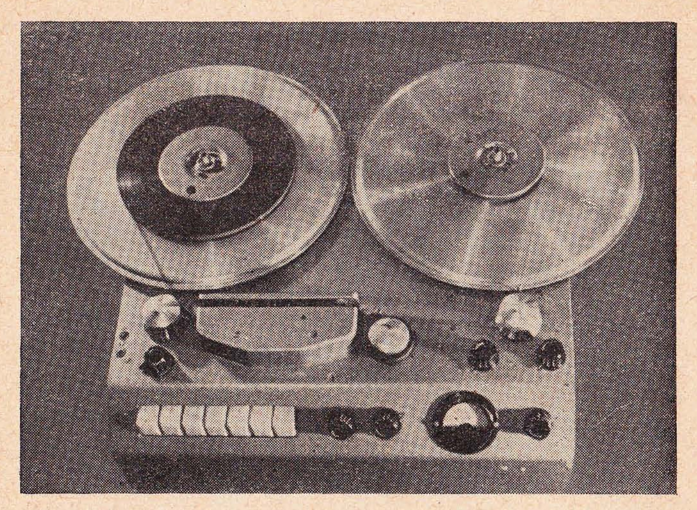


Bild 9. Zweimotoriges Bandgerät – Aufsicht mit aufgelegten 1000-m-Tellern und eingelegtem Band auf Wickelkern

An der abgeschrägten Vorderseite ist der siebenteilige Tastenschalter sichtbar, daneben zwei Reglerknöpfe, das Aussteuerungs-Meßinstrument und ein weiterer Reglerknopf.

Die Schaltung

Bild 11 zeigt das Blockschaltbild des Gerätes. Es sind 3 mischbare Eingänge verschiedener Empfindlichkeit vorhanden. Der empfindlichste Eingang Bu 2 ist für 1 mV Eingangsspannung für Vollaussteuerung ausgelegt und zum direkten Anschluß eines Kristall-Mikrofons bestimmt. Über einen zweistufigen Vorverstärker VV 2, bestückt mit der Röhre ECC 83 Rö 5, gelangt die NF an den Regler P 1. Der zweite Eingang Bu 3 ist für 50 mV ausgelegt und entspricht dem genormten Diodenausgang moderner Rundfunkgeräte. Über einen einstufigen Vorverstärker VV 1 (mit EF 86 Rö 6) gelangt dessen NF an den Regler P 2.

Eingang Bu 6 ist für eine Eingangsspannung von 1 Volt bemessen und dient als Universaleingang. Seine NF-Spannung gelangt direkt zum Regler P 3. Hinter den Eingangsreglern P 1 – P 3, mit denen eine Mischung mehrerer Quellen möglich ist, gelangt die gemeinsame NF-Spannung zum Aufsprechverstärker AV und von diesem – falls durch Drücken der Aufnahmetaste an dem Tastensatz der Kontakt a geschlossen ist – zum Sprechkopf Sk. Ferner wird hinter dem Aufsprechverstärker AV die Anzeigespannung für das Aussteuerungsmeßinstrument abgegriffen. Der HF-Lösch- und Vormagnetisierungs-Generator HF speist – ebenfalls nur bei gedrückter Aufnahmetaste – den Löschkopf und den Sprechkopf.

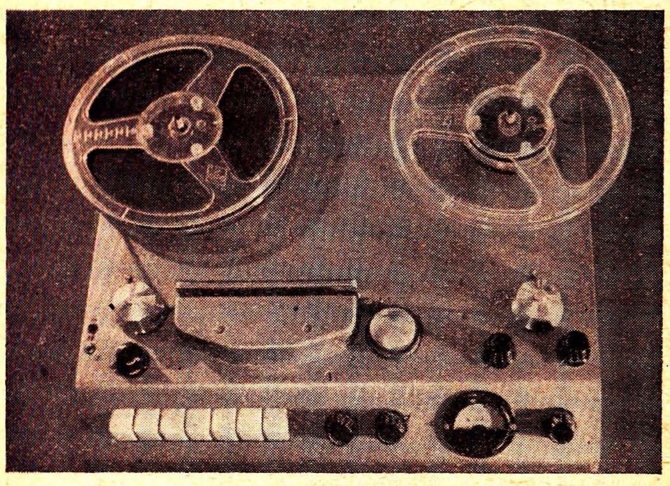


Bild 10. Das gleiche Gerät mit aufgelegten 500-m-Spulen

Die auf dem Band vorhandene Aufzeichnung wird vom Hörkopf HK abgenommen und über einen dreistufigen Wiedergabeverstärker WV, bestückt mit den Röhren EF 86 Rö 1 und ECC 83 Rö 2, an den Ausgang Bu 1 abgegeben. Über den Regler P 4

ist es möglich, die Wiedergabespannung bei der Aufnahme zusätzlich in den Aufnahmekanal einzublenden und so ein künstliches Echo zu erzeugen, wie dies bei der TONI-Anlage bereits beschrieben wurde.

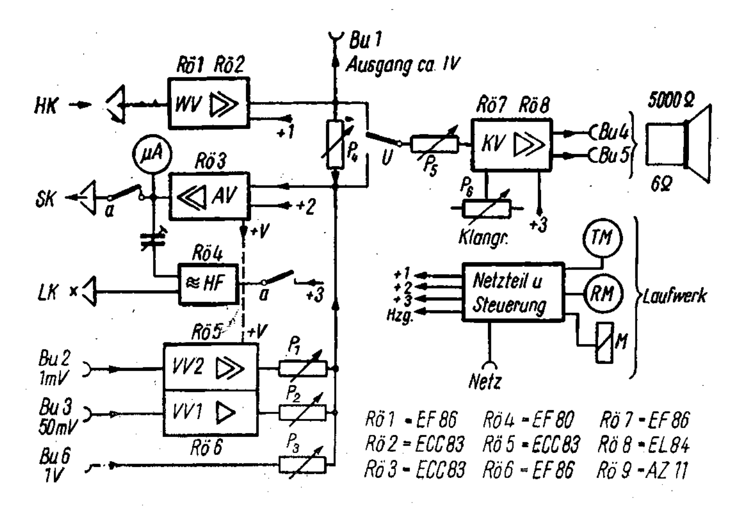


Bild 11. Blockschaltbild des Gerätes nach Bild 9 und 10
Erläuterungen im Text

Zum Abspielen der Bänder ohne Zusatzgeräte sowie zum kontrollweisen Mithören während der Aufnahme erhielt das Gerät noch einen zweistufigen Kontroll-Abhörverstärker KV mit 4-Watt-Endstufe, der mit den Röhren EF 86 Rö 7 und EL 84 Rö 8 bestückt ist. Über den Umschalter U – hierfür wurde eine der Tasten des Tastenaggregates benutzt – kann dieser Verstärker entweder auf den Aufsprechkanal oder auf den Ausgang des Wiedergabeverstärkers geschaltet werden. Erstere Schalterstellung entspricht einem Mithören „vor Band" und ist auch bei stehendem Band möglich. Das Gerät kann in diesem Falle unabhängig vom Band als normaler NF-Verstärker Verwendung finden, z. B. für kleinere Mikrofon-Lautsprecher-Übertragungen

u. ä. – In der in Bild 11 gezeichneten Schalterstellung wird „hinter Band" abgehört. Hierbei ist – neben der Wiedergabe bereits bespielter Bänder – ein sofortiges Wiederabhören während der laufenden Aufnahme möglich. – Schließlich enthält das Gerät noch einen Netzteil, der mit der Röhre AZ 11 Rö 9 bestückt ist und für die einzelnen Baugruppen die nötigen Speisespannungen liefert. Zu dieser Baugruppe gehört auch die Motoren-Steuerung.
Bei geringeren Ansprüchen an die Vielseitigkeit des Gerätes können die Baugruppen VV 1 mit P 2, VV 2 mit P 1, KV mit U, P 5 und P 6, und Regler P 4 fortgelassen werden, womit sich der Aufwand verringert. Allerdings ist dann das Gerät – besonders, wenn auf den Abhörverstärker KV verzichtet wird – nicht mehr unabhängig von Zusatzgeräten verwendbar. Der an sich mögliche und von der Industrie meist beschrittene Weg, durch entsprechende Umschaltungen die Baugruppen WV und HF doppelt auszunutzen, wobei dann meist der HF-Generator die Funktion von KV und der Wiedergabeverstärker ggf. die Funktion von VV 1 oder 2 mit übernimmt, wurde hier im Interesse einer übersichtlichen, unkritischen und günstiger dimensionierbaren Schaltung nicht beschritten. Was in der Einleitung schon erwähnt wurde, sei hier nochmals betont: Derartige Kombinationsschaltungen erfordern komplizierte Umschaltvorgänge innerhalb der einzelnen Baugruppen, die dann sehr leicht zu unerwünschten Kopplungen an den Schalteraggregaten führen. Derartige industrielle Ausführungen sind das Produkt einer langwierigen Entwicklungsarbeit, die sich dabei außer auf die Schaltung meist auch auf die Durchbildung der Schalteraggregate selbst und der Leitungsführung im Gerät erstreckt. Für den Amateur mit seinen beschränkten Meßmitteln ist der Nachbau derartiger Schaltungen stets mit einem nicht unerheblichen Risiko verbunden und bringt selten wirklich einwandfreie Ergebnisse. Es ist daher besser, eine gewünschte Vielseitigkeit des Gerätes lieber mit höherem Aufwand an Einzelteilen und Röhren als mit übermäßig komplizierten Kunstschaltungen zu realisieren.
Ausgehend vom Blockschaltbild (Bild 11) sei nun die Schaltung der einzelnen Baugruppen besprochen.

Die Vorverstärker VV 1 und VV 2

Die Schaltung der Vorverstärker zeigt Bild 12. An Bu 2 ist ein Kristallmikrofon anschließbar. Dessen Anpaßwert beträgt hier 10 MOhm, womit vor allem im Bereich der tiefen Frequenzen eine erstaunlich gute Wiedergabe erreichbar ist. Das erste

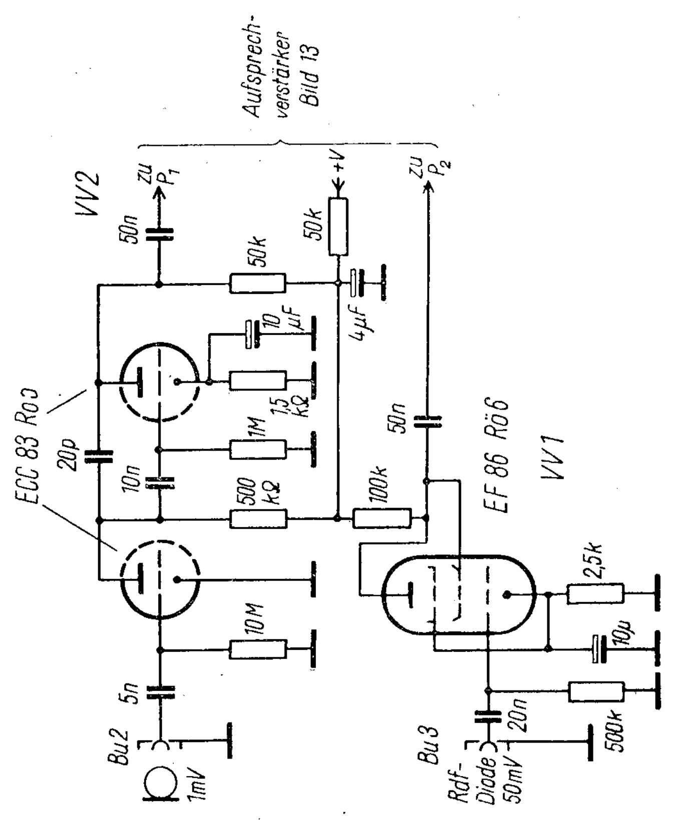


Bild 12. Schaltung der Vorverstärker VV 1 und VV 2

System von Rö 5 arbeitet in Gitteranlaufstromschaltung, für die die ECC 83 als spezielle NF-Röhre gut geeignet ist. Diese Schaltung zeichnet sich durch den hohen Gitterableitwiderstand sowie durch den fehlenden Katodenwiderstand aus. Da die Katode direkt an Masse liegt, wird der sonst bei Anfangsstufen schwer zu beseitigende Heizungsbrumm zuverlässig vermieden, so daß sich eine Gleichstromheizung dieser Röhre erübrigt. Der Anodenwiderstand beträgt hier 500 kOhm, ist also ungewöhnlich hoch bemessen. Von der Anode gelangt die NF über normale RC-Kopplung auf das zweite System von Rö 5, dessen Schaltung keine Besonderheiten aufweist, und von dessen Anode über den Auskoppelkondensator 50 nF zum Regler P 1. Der zwischen den Anoden liegende 20-pF-Kondensator (keramisch!) bewirkt eine frequenzabhängige Gegenkopplung, die den nach hohen Frequenzen ansteigenden Frequenzgang des Kristallmikrofons linearisiert und evtl. Schwingneigung des Vorverstärkers unterdrückt. Der VV 2 mit Rö 6 (EF 86 in Triodenschaltung) ist ohne Besonderheiten. Die Anodenspannung für Rö 5 und Rö 6 wird zwecks Einsparung von Siebmitteln mit aus dem Aufsprechverstärker entnommen.

Die Schaltung des **Aufsprechverstärkers AV** zeigt Bild 13. Es sind die Eingangs-Mischregler P 1 bis P 4 erkennbar. Regler P 3 erhält seine NF direkt von der Eingangsbuchse Bu 6 (vgl. Bild 11), die Regler P 1 und P 2 von den eben besprochenen Vorverstärkern (Bild 12) und P 4 vom noch zu besprechenden Wiedergabeverstärker (vgl. Bild 11). Hinter den Schleifern der Potentiometer gelangen die NF-Spannungen über Entkopplungswiderstände gemeinsam zur RC-Ankopplung des Systems I von Rö 3. Die in Rö 3 verstärkte NF gelangt über normale RC-Kopplung an System II von Rö 3, wird dort nochmals verstärkt und über einen 1-MF-MP-Kondensator ausgekoppelt. Hinter diesem Kondensator zweigt ein Gegenkopplungskanal ab, der über C 3, R 1, R 2 zur Katode von Rö 3_{I} zurückführt. Dieser Gegenkopplungskanal stellt die Aufsprechentzerrung dar, die in der angegebenen Dimensionierung die Verwendung von C- und CH-Band erlaubt. Mit C-Band wird dabei ein Frequenzgang von 40–10 000 Hz erzielt, wobei die Abweichun-

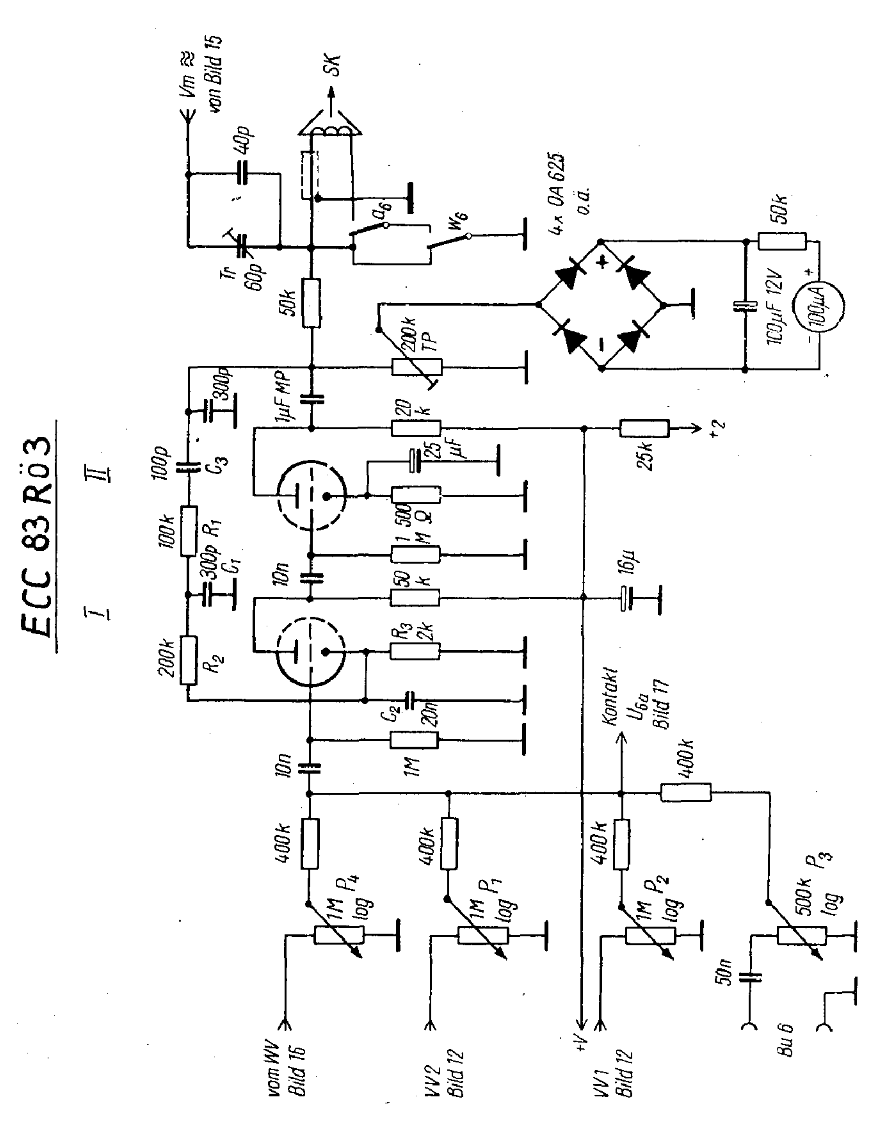


Bild 13. Schaltung des Aufsprechverstärkers AV – Ein HF-Sperrkreis in der Sprechkopfzuleitung ist hier durch den nicht überbrückten 50-kOhm-Widerstand überflüssig

gen innerhalb 3 db bleiben. Je nach den persönlichen Wünschen kann der Aufsprech-Frequenzgang geändert werden, wobei Veränderung von C 1 die Höhen beeinflußt (Vergrößerung entspricht stärkerer Höhenanhebung, wobei die Grenzfrequenz – Einsatzpunkt der Anhebung – nach tieferen Frequenzen hin wandert), während durch Verringerung von C 2 die Anhebung der tiefen Frequenzen verstärkt werden kann. Die gegenteilige Wirkung wird durch Vergrößern von C 3 erzielt.

Hinter dem 1-MF-Auskoppelkondensator wird ferner über einen Trimmregler (Potentiometer mit geschlitzter Achse für einmalige Schraubenziehereinstellung) TP die Anzeigespannung für das Aussteuerungs-Meßinstrument abgegriffen. Sie wird mit einem Brücken-Gleichrichter, der aus vier Germaniumdioden (etwa vom Typ OA 625 vom VEB WBN o. ä.) oder Sirutoren aufgebaut wird, gleichgerichtet und dem Ladekondensator zugeführt, der für die Anzeigeträgheit maßgebend ist und – um ein sehr störend wirkendes „Tanzen" des Zeigers zu unterbinden – wenigstens 100 MF groß sein soll. Als Meßwerk fand ein Drehspulinstrument mit 0,1 mA Vollausschlag Verwendung. Obwohl ein Zeigerinstrument die genaue Aussteuerung einer Aufnahme wesentlich erleichtert, kann natürlich auch eine Anzeigeröhre („Magisches Auge") Verwendung finden, die dann an die Stelle des Meßinstrumentes tritt. Eine hierfür geeignete Schaltung mit der Röhre EM 80 zeigt Bild 14.

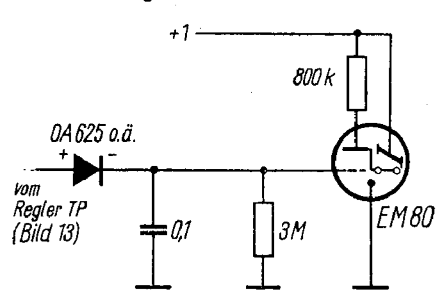


Bild 14. Schaltungsvorschlag für eine Aussteuerungskontrolle mit der Abstimmanzeigeröhre EM 80 anstelle Meßinstrument

Endlich wird hinter dem Auskoppelkondensator 1 MF die Aufsprechspannung für den Sprechkopf abgegriffen. Über den Vorwiderstand 50 kOhm, der zur Linearisierung des Sprechkopfstromes dient, gelangt die NF zum Sprechkopf Sk. Normalerweise ist der Sprechkopf – wie in Bild 13 ersichtlich – abgeschaltet und die zu ihm führende Leitung über die auf dem Tastenschalter befindlichen Kontakte a 6 und w 6 geerdet. Es sei hier vorweggenommen, daß der Kontakt a 6 bei Betätigen der Aufnahmetaste und Kontakt w 6 bei Betätigung der Wiedergabe-Taste umgeschaltet wird. Wie zu erkennen, kann eine Aufnahme nur zustande kommen, wenn beide Tasten gleichzeitig gedrückt werden. Diese Maßnahme wurde getroffen, um zu verhindern, daß bei beabsichtigter Wiedergabe durch versehentliches Drücken der falschen Taste „Aufnahme" eine Aufzeichnung zerstört wird. – Über den Trimmer Tr erhält der Sprechkopf von der vom HF-Generator kommenden Leitung Vm die Vormagnetisierungs-Hochfrequenz, deren Stärke mit dem Trimmer Tr einstellbar ist.
Durch die Abschaltung des Sprechkopfes mittels der Tastenkontakte a 6 und w 6 (der Löschgenerator HF wird, wie später gezeigt wird, auf ähnliche Weise geschaltet) wird einmal eine erhöhte Bedienungssicherheit („Narrensicherheit") erreicht, zum anderen ist es damit bereits vor Beginn der Aufnahme möglich, am Aussteuerungsinstrument die richtige Aufsprechlautstärke einzustellen. – Als Sprechkopf wird ein Kombikopf üblicher Ausführung (wie in den Industriegeräten BG 19, BG 20 und MTG-Serie enthalten) vom VEB Funkwerk Leipzig benutzt. Er wird hier nur mit einer Wicklung angeschlossen, die zweite Wicklung bleibt unbenutzt. Für die Wahl eines Kombikopfes, der also normalerweise für Aufnahme und Wiedergabe benutzbar ist – von dieser Möglichkeit wird hier, wie gesagt, kein Gebrauch gemacht – sprechen folgende Gesichtspunkte: Es wird Halbspurbetrieb verlangt, die Bänder sollen also wahlweise zweispurig bespielbar sein, wie bei Heimtongeräten üblich. Unter den derzeit hergestellten Halbspurköpfen werden jedoch nur Kleinköpfe (z. B. „Bubi"-Köpfe oder die „TONI"-Köpfe des Funkwerk Leipzig) als getrennte Hör- und Sprechköpfe geliefert. Diese Kleinköpfe weisen jedoch wegen ihrer Polystyrol-

Kernhalterungen eine geringere Lebensdauer auf als die – nahezu unverwüstlichen – genannten Kombiköpfe in Ganzmetallausführung. Deshalb wurde letzteren trotz ihres höheren Preises hier der Vorzug gegeben. Als Hör- und Sprechkopf werden hier also zwei gleichartige Kombiköpfe verwandt, die sich lediglich hinsichtlich ihrer Anschlußweise unterscheiden. Natürlich können statt dessen auch andere Köpfe Verwendung finden. Der hier verwandte Sprechkopf soll dann eine niederohmige Ausführung mit einem Sprechstrombedarf von etwa 0,4 mA sein.

Der **Hochfrequenzgenerator HF** hat bei Aufnahme die Löschung und Vormagnetisierung zu übernehmen. Seine Schaltung (Bild 15) ist bewußt einfach gehalten. Bestückt ist der HF-Generator mit einer Röhre EF 80 (Rö 4), die für den hier verwendeten Löschkopf (VEB Funkwerk Leipzig) auch bei Verwendung von CH-Band ausreicht. Bei Verwendung anderer Löschköpfe mit höherem Löschstrombedarf (hier etwa 0,12 A) ist u. U. die Verwendung einer stärkeren Röhre erforderlich. Es käme dann die EL 84 oder die neuerschienene, stromsparendere EL 95 in Betracht. Der Generator arbeitet in normaler Rückkopplungsschaltung, wobei der niederohmige Löschkopf direkt im Schwing-

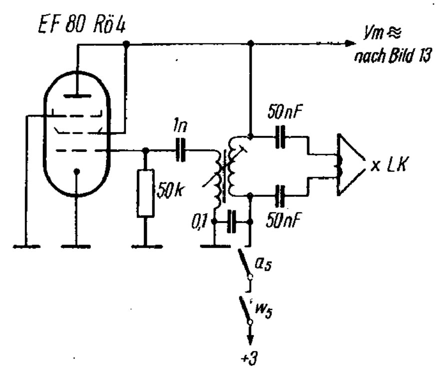


Bild 15. Schaltung des HF-Generators – Erläuterungen im Text

kreis liegt. Bei Verwendung des genannten Löschkopfes vom Funkwerk Leipzig werden dessen beide Wicklungen parallelgeschaltet. Als Oszillatorspule fand eine normale Langwellen-Oszillator-Spule von einem alten Super-Spulensatz Verwendung. Mit den angegebenen C-Werten ergibt sich dabei eine Frequenz von etwa 60 kHz. Im übrigen ähnelt die Schaltung der eines normalen Rundfunk-Empfänger-Oszillators. Der Spulenkern ist ganz einzudrehen und wird nicht abgeglichen. Die Einschaltung des HF-Generators erfolgt durch die Tastenschalter-Kontakte a 5 und w 5 in der Anodenleitung. Es gelten dabei dieselben Gesichtspunkte wie bereits beim Aufsprechverstärker beschrieben. Da zur Aufnahme stets beide Tasten gedrückt werden müssen, ist eine unbeabsichtigte Löschung durch Drücken einer falschen Taste praktisch nicht möglich. – Die Vormagnetisierungsspannung für den Sprechkopf wird direkt von der Anode von Rö 4 abgegriffen. Sie soll am Sprechkopf etwa 80 Volt (gemessen mit Diodenvoltmeter) betragen und wird mit dem Trimmer Tr (Bild 13) eingestellt.

Es sei nun der **Wiedergabeverstärker WV** betrachtet, dessen Schaltung Bild 16 zeigt. Die vom Hörkopf Hk abgenommene NF-Spannung gelangt an das Gitter von Rö 1 (EF 86 in Triodenschaltung), die wiederum in Anlaufstromschaltung arbeitet. Hierfür gelten die gleichen Gesichtspunkte wie bei der Besprechung der Vorverstärker erwähnt. Durch die an Masse liegende Katode kann auch hier auf Gleichstromheizung verzichtet werden, ohne daß – saubere und kurze Verdrahtung am Röhrensockel vorausgesetzt – eine Brummeinstreuung auftritt. Die Hörkopfleitung sowie die vor dem Gitter von Rö 1 liegenden Schaltelemente sind jedoch lückenlos abzuschirmen, der Koppelkondensator wird zu diesem Zweck mit dünner Kupferfolie umhüllt. – Von der Anode von Rö 1 gelangt die NF über RC-Kopplung an das Gitter von Rö 2_{I} (ECC 83) und von deren Anode zum zweiten System dieser Röhre. Hinter der Anode von Rö 2_{II} wird die NF über 0,1 MF ausgekoppelt und dem Ausgang Bu 1 zugeführt. Gleichzeitig zweigt hier wieder eine Gegenkopplung ab, die hier den Wiedergabe-Entzerrer darstellt und dem bereits besprochenen Entzerrer im Aufsprech-

verstärker entspricht. Alles dort Gesagte gilt auch für den Wiedergabe-Entzerrer.

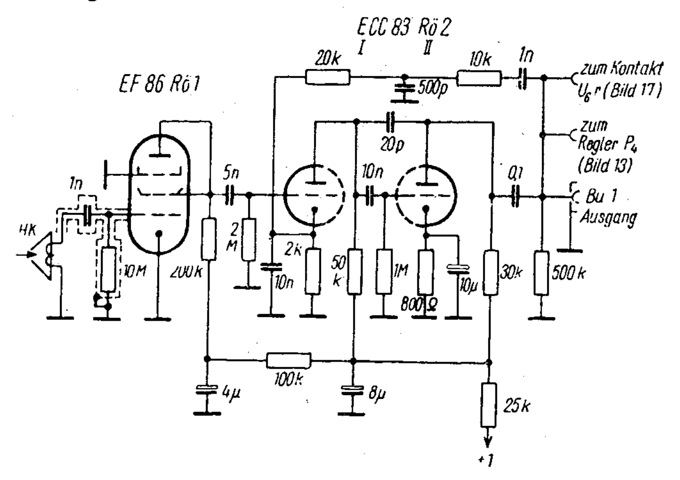


Bild 16. Schaltung des Wiedergabeverstärkers WV

Vom Ausgang Bu 1 zweigen noch die Leitungen zum Eingangsregler P 4 (über den die Wiedergabe-NF zur Echoerzeugung in den Aufnahmekanal zurückgespeist werden kann) und zum Abhör-Umschalter U ab.

Der **Abhörverstärker KV,** dessen Schaltung (Bild 17) nun besprochen wird, ist mittels des Umschalters U auf den Eingang des Aufsprechverstärkers (vgl. Bild 13) oder auf den Ausgang des Wiedergabeverstärkers (Bild 16) aufschaltbar, vgl. auch Bild 11. Als Umschalter U wurde eine der Tasten des Tastenschalters benutzt. Der Anschluß erfolgt so, daß bei gedrückter Taste der Kontrollverstärker auf den Eingang des Aufsprech-Verstärkers geschaltet ist (Mithören „vor Band"). Beim Starten des Bandes, das durch Drücken der entsprechenden Taste geschieht, klinkt die U-Taste mit aus, so daß dann der Kontroll-

verstärker automatisch „hinter Band“ liegt. Selbstverständlich ist diese Umschaltung auch willkürlich herbeizuführen.

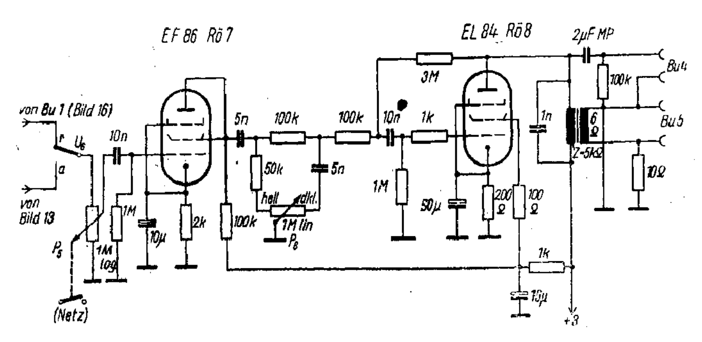


Bild 17. Schaltung des Kontroll-Abhörverstärkers KV

Vom U-Kontakt (Bild 17) gelangt die NF zum Abhör-Lautstärkeregler P 5, mit dem eine Regelung der Lautstärke ohne Einfluß auf die Aufnahme möglich ist. Die nachfolgende Verstärkerstufe Rö 7 (EF 86 in Triodenschaltung) weist keine Besonderheiten auf. Hinter Rö 7 folgt, beginnend mit dem Auskoppelkondensator 5 nF, der mit zum Klangregler gehört, das Klangregelnetzwerk, mit dem eine wahlweise Beschneidung der Höhen oder der Tiefen der abgehörten Aufzeichnung erfolgen kann. Dieses wenig Aufwand erfordernde, aber sehr wirksame Klangregelnetzwerk genügt allen hier zu stellenden Anforderungen bei weitem. Hiernach gelangt die NF, wiederum über normale RC-Kopplung zur Endstufe EL 84 Rö 8, die als normal geschalteter A-Verstärker arbeitet. Steuer- und Schirmgitter sind mit den üblichen direkt am Sockel anzulötenden Schutzvorwiderständen (zur Vermeidung von UKW-Selbsterregung) versehen. Die Schirmgitterspannung wird zur Verbesserung des Brummabstandes mit von der vorgesiebten Anodenspannung der Rö 7 abgenommen. Der in der Anodenleitung von Rö 8 liegende Ausgangstransformator ist sekundär mit 10 Ohm bedämpft, um bei unbelastetem Ausgang ein schädliches Hochlaufen der Ausgangsspannung, das zu Trafo- und Röhrenschäden führen

könnte, zu vermeiden. An Bu 5 kann ein übliches, gutes Lautsprecherchassis ohne Trafo angeschlossen werden. Daneben wurde noch ein hochohmiger Ausgang (Bu 4) vorgesehen, der ebenfalls gleichspannungsfrei ist. Hier kann ein Lautsprecher mit Ausgangsübertrager über eine längere Leitung angeschlossen werden.
Die Ausgänge Bu 4 und Bu 5 haben neben der Anschlußmöglichkeit von Lautsprechern noch eine andere Bedeutung: Es ist möglich, über diese Ausgänge andere Geräte mit höherem Eingangsspannungsbedarf zu versorgen, z. B. ein zweites Bandgerät aufnahmeseitig anzuschließen (BG 19, MTG, Tonmeister o. ä., oder BG 20), was mitunter erforderlich sein kann. So beispielsweise, wenn eine Aufnahme überspielt, also vervielfältigt (kopiert) werden soll. Die von Bu 4 abgegebene Ausgangsspannung reicht dann aus, um Bandgeräte ohne eigenen Aufsprechverstärker direkt anschließen zu können. Über den Klangregler des Kontrollverstärkers können dabei die zu überspielenden Aufnahmen je nach den Erfordernissen noch klanglich korrigiert werden. Damit ist dieses Bandgerät universell einsetzbar und allen vorkommenden Aufgaben gewachsen.

Abschließend ist der **Netzteil mit der Steuerung** des Laufwerkes zu betrachten.

Der Netzteil ist in üblicher Weise geschaltet, wie aus Bild 18 ersichtlich ist. Eine Besonderheit stellen die Kontakte h 1 und h 2 in Anoden- und Gleichrichterheizwicklung des Netztrafos dar. Der zur Verfügung stehende Tastenschaltersatz enthält 7 Tasten, von denen 5 für die Steuerung des Laufwerkes benötigt werden. Die sechste Taste arbeitet, wie erwähnt, als Umschalter U (Bild 17), während die siebente Taste die h-Kontakte betätigt. In Ruhestellung (Taste ausgeklinkt) sind diese Kontakte geschlossen. Bei gedrückter Taste („Vorheizen") wird für das gesamte Gerät die Anodenspannung abgeschaltet, während die Röhren geheizt bleiben. Diese Taste wird gedrückt, wenn eine Aufnahme vorgenommen werden soll, deren Beginn nicht genau vorherzusehen ist. Das Gerät muß dann ständig in Bereitschaft und sofort betriebsbereit sein, während bei den mitunter vorkommenden stundenlangen Wartezeiten durch die abge-

schaltete Anodenspannung eine merkliche Röhrenschonung und Stromersparnis erreichbar ist. Das so „vorgeheizte" Gerät kann z. B. ständig zusammen mit einem Rundfunkgerät eingeschaltet bleiben, um im geeigneten Moment interessierende Aufnahmen mitschneiden zu können. Beim Drücken irgendeiner anderen Taste, z. B. beim Starten des Bandes, klinkt die Vorheiztaste

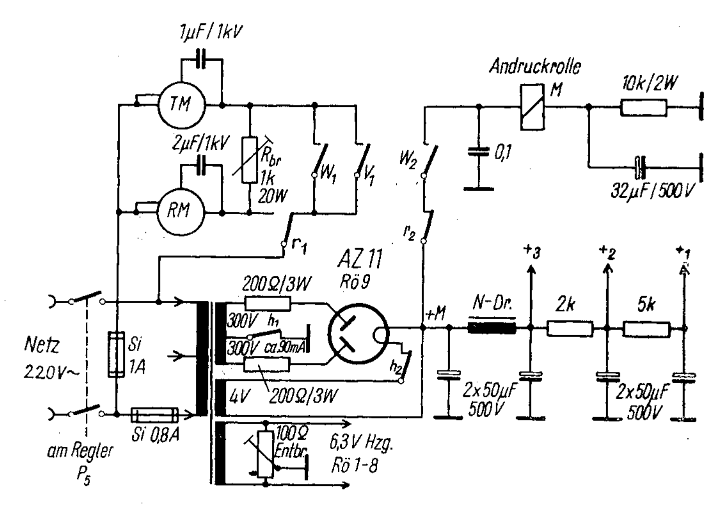


Bild 18. Schaltung des Netzteiles und der Laufwerksteuerung

aus, so daß das Gerät sofort automatisch arbeitet. Dieser Vorteil ist nicht zu unterschätzen. Die Stromaufnahme (und damit die Wärmeentwicklung im Gerät!) verringert sich beim Drücken der Vorheiztaste um die Hälfte, d. s. fast 40 Watt! – Auffällig ist weiter die sehr reichlich bemessene Anodenstrom-Siebung, die im Interesse eines guten Brummabstandes des Gerätes (hier etwa 50 db!) und in Anbetracht des relativ hohen, den Siebfaktor verschlechternden Anodenstromes nicht geringer dimensioniert werden sollte. Je nach dem Grad der für die einzelnen Baugruppen erforderlichen Brummsiebung zweigen

deren Anodenspannungen ab. Direkt am Ladekondensator wird die Spannung für den Andruck-Magneten abgegriffen. – Für den Netztransformator werden hier absichtlich keine näheren Angaben gemacht, da sich dessen Dimensionierung nach der Auslegung des Gerätes richten muß. Im Interesse eines geringen Streufeldes (Brummeinstreuung auf den Hörkopf!) soll er so reichlich bemessen werden, wie es der zur Verfügung stehende Platz erlaubt. Im Mustergerät wurde aus Platzgründen ein selbstgewickelter Netztrafo mit M-85-Kern verwandt.
Die Steuerung des Laufwerkes umfaßt den Tonmotor TM, der den Bandtransport besorgt, den Rückspulmotor RM, der über Riemenantrieb den linken (Abwickel-) Bandteller antreibt, und die Andruckrolle, die im Betrieb durch den Andruckmagneten M (Bild 18) an die Tonrolle (Achse des Tonmotors) angedrückt wird, wobei das zwischen Tonrolle und Andruckrolle liegende Band mitgenommen wird. Der Aufwickel-Bandteller hat keinen eigenen Motor. Er wird vom Tonmotor über Riemen angetrieben, wobei zwischen Bandteller und Tellerachse eine Rutschkupplung vorhanden ist. Für beschleunigten Vorlauf kann diese Rutschkupplung durch eine Rändelschraube arretiert werden, so daß der Bandteller dann direkt vom Tonmotor angetrieben wird.
Als Tonmotor wird einer der bekannten BG-19-Motoren für 700 U/Min. (Typenbezeichnung WKM 130-30) verwendet. Der Rückspulmotor ist ebenfalls ein Tonbandmotor, wie er in den bekannten MTG-Geräten enthalten ist (Typenbezeichnung B 080-35 Leisnig, für 1500 U/Min.). Mit Rücksicht auf die hier verwandte elektrische Ablaufbremsung (der Abwickelbandteller hat also keine Rutschkupplung, sondern ist über Riemen starr mit dem Rücklaufmotor verbunden) sollte auch hier kein minderwertiger Motor eingesetzt werden.
Die Motorenschaltung erfolgt mittels der genannten 7teiligen Tastatur. Es fand hier ein Neumann-Tastenschalter älterer Ausführung Verwendung, wie er für die Wellenbereichschaltung in Rundfunkgeräten üblich ist. Dieser Tastenschalter besitzt pro Taste 6 Umschaltkontakte, die hier nur zum Teil benötigt werden. Die Tasten sind voneinander abhängig. Beim Drücken einer Taste rasten die übrigen, soweit sie gedrückt waren, aus. Ein Einklinken zweier Tasten ist durch gleichzeitiges Drücken mög-

lich. Bei dem verwandten Tastensatz wurde an der mittelsten Taste („Stop") die Sperrnase ausgefeilt, wodurch diese Taste nicht mehr einrastet. Sie dient nur noch dazu, die übrigen Tasten auszuklinken. Diese Änderung ist bei allen handelsüblichen Tastensätzen leicht durchführbar.
Bild 19 zeigt das Schema des Tastensatzes mit der für die Verdrahtung günstigsten Anordnung der Kontakte. Die Reihenfolge der Tasten ist in Bild 19 und auch in den Bildern 9 und 10 von links nach rechts: Taste H „Vorheizen", A „Aufnahme" (diese Taste allein gedrückt, bleibt wirkungslos, sie ist mit der Taste W zugleich zu drücken), R „Rücklauf", O „Stop" (diese Taste hat keine angeschlossenen Kontakte, sie übt also keine direkte Schaltfunktion aus), V „Vorlauf", W „Wiedergabe" und U „Abhörschalter", (U gedrückt: Mithören „vor Band").
Die Schaltungsfunktion ist – soweit nicht bereits erklärt – aus Bild 18 ersichtlich. Beim Drücken der Taste W erhält der Tonmotor Netzspannung und läuft an. Gleichzeitig erhält über den Widerstand Rbr der Rücklaufmotor eine kleine Spannung und hat daher das Bestreben, das Band entgegen der Ablaufrichtung zu ziehen, wodurch ein straffer Bandzug erreicht wird. Der Motor RM wird dabei durch das von TM gezogene Band entgegen seiner Drehrichtung bewegt. Der Aufwickelteller wird mit von TM angetrieben und spult, wie bereits erwähnt, über seine Rutschkupplung das von der Tonrolle transportierte Band auf. – Die Einstellung von Rbr muß nach Versuch geschehen und ist so vorzunehmen, daß bei voller 1000-m-Spule noch ein hinreichend straffer Bandzug erzielt wird, während bei fast abgelaufenem Band (also bei geringstem Wickeldurchmesser abwickelseitig) der Bandzug noch nicht so stark sein darf, daß ein Schlupf an der Tonrolle oder Überbeanspruchung auftritt.
Für Aufnahmen ist neben der W-Taste die A-Taste zu drücken, was lediglich die Zuschaltung von HF-Generator und Sprechkopf bewirkt. In jedem Falle wird bei Betätigung der W-Taste noch der Kontakt w 2 geschlossen. Damit erhält vom Ladekondensator der Andruckmagnet M Spannung und drückt mittels der Andruckrolle das Band gegen die Tonrolle. Um einen kräftigen Anzug des Magneten M – auf dessen konstruktive Durchbildung später eingegangen wird – zu erreichen, erhält er zunächst – bedingt

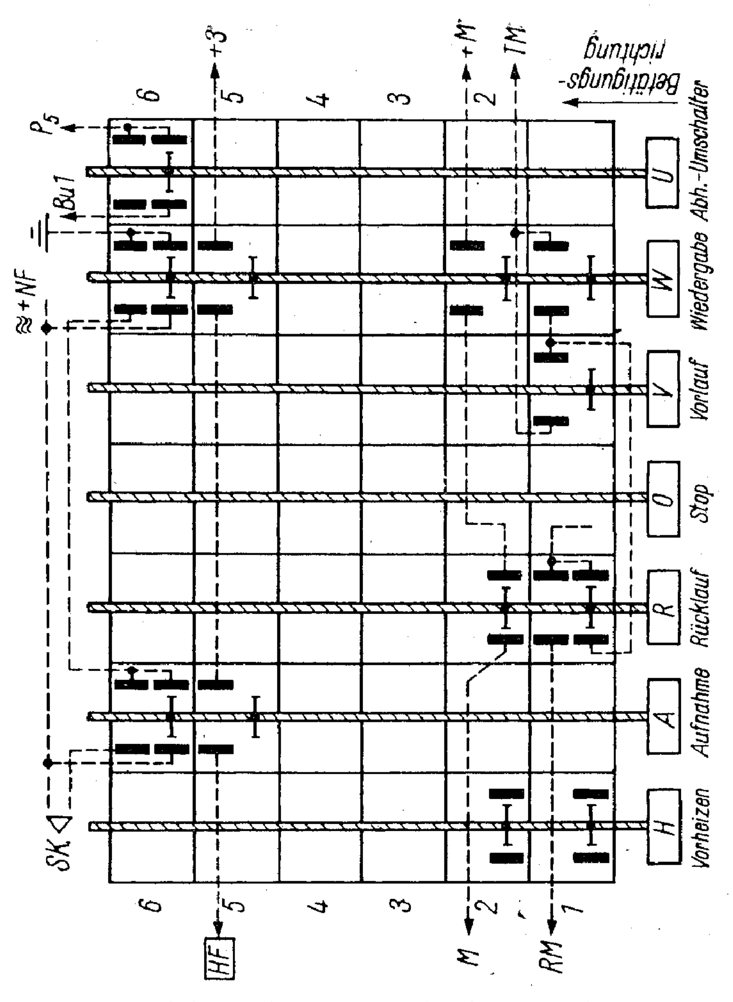


Bild 19. Tastenschalter – Die günstigste Anordnung und Belegung der Kontakte ist skizziert – Nicht benutzte Kontakte sind nicht eingezeichnet – Die Verbindungen der Kontakte untereinander sind z. T. punktiert angedeutet

durch das Aufladen des seinem 10-kOhm-Vorwiderstand parallelliegenden 32-MF-Elkos – die volle Anodenspannung. Dadurch zieht der Magnetanker trotz des relativ langen Ankerweges, der fast 10 mm beträgt, kräftig durch. Nachdem der Elko aufgeladen ist, wird der nun weiterfließende Magnetstrom durch den Widerstand 10 kOhm auf etwa 30 mA begrenzt, was zum Halten des einmal angezogenen Ankers völlig ausreicht. Durch diese Maßnahme ist ein sicheres Anlegen der Andruckrolle an die Tonrolle bei erträglichem Stromverbrauch des Magneten – Problem aller derartigen Andruckrollen-Mechanismen – gewährleistet. Der vor dem Magneten gegen Masse liegende 0,1-MF-Kondensator dient zur Schaltfunkenlöschung beim Abschalten des Magneten.

Durch Drücken der Taste V wird ebenfalls der Tonmotor in Gang gesetzt, jedoch zieht jetzt der Andruckmagnet M nicht an, so daß das Band frei durchlaufen kann. Durch Anziehen der Rändelschraube an der Rutschkupplung kann diese arretiert werden, so daß das Band jetzt im Schnellauf vorgespult wird. Durch Drücken der O-Taste klinken alle Kontakte aus. Der Rücklaufmotor RM erhält auch beim Schnellvorlauf die Brems-Gegenspannung über Rbr, um einen festen Bandwickel zu erzielen.

Die Rücklauftaste R ist etwas anders geschaltet. Zunächst erhält hierbei der Rücklaufmotor über r 1 die volle Netzspannung. Um ein kräftiges Durchziehen auch beim Umspulen voller 1000-m-Wickel zu erreichen, wurde der Motorkondensator für RM mit 2 MF bemessen. Über Rbr erhält jetzt der Tonmotor TM eine Bremsgegenspannung, um Festigkeit des Bandwickels zu erzielen, was bei ungebremstem Motor – der sich dann mit dem ablaufenden Wickel mitdrehen würde – nicht der Fall wäre. Gleichzeitig schaltet Kontakt r 1 die Kontakte w 1 und v 1 ab, um Fehlschaltungen (Bandriß, falls durch Fehlbedienung oder klemmende Tasten einmal w 1 oder v 1 gleichzeitig mit r 1 geschlossen würde) zu vermeiden. Aus dem gleichen Grunde wird mit r 2 beim Rücklauf die Zuleitung zum Magneten M unterbrochen.

Nachdem nunmehr die Schaltung des Gerätes ausführlich erläutert wurde, wird im folgenden dessen

Aufbau

behandelt. Dabei soll an Hand des Mustergerätes nur die grundsätzliche Anordnung der Einzelteile gezeigt werden. Soweit Maßzeichnungen gegeben werden, sollen diese nur zur Verdeutlichung der Zusammenhänge und als Anhalt für eigene Entwicklungen dienen. Die Form des Gerätes und Anordnung der Bedienungsorgane ging bereits aus Bild 9 und 10 hervor. An der linken Chassisoberkante, neben der Umlenkrolle, ist der Buchsenanschluß Bu 6 erkennbar, der für einen besonderen Verwendungszweck des Mustergerätes an dieser Stelle verlangt war, sonst jedoch besser mit auf der Rückseite angebracht wird. Unterhalb der Umlenkrolle neben Bu 6 ist der Regler P 4 erkennbar, unter der rechten Umlenkrolle P 6 und P 5, auf der

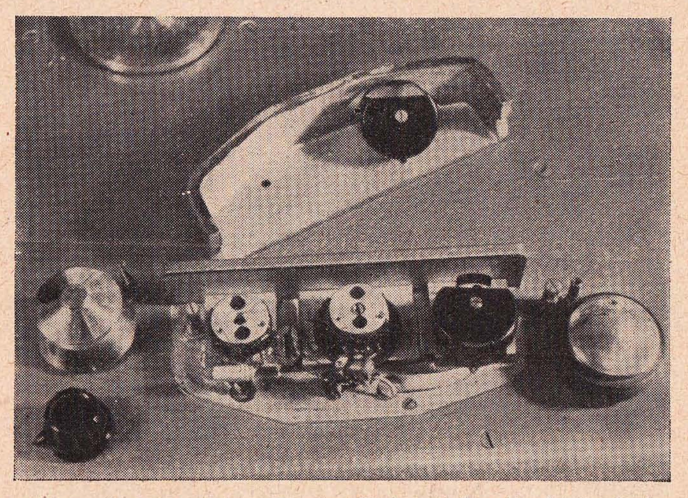


Bild 20. Kopfträgerbrücke — Zwischen Lösch- und Sprechkopf ist noch eine Kompensationsspule erkennbar, die später durch magnetische Schirmung des Netztrafos überflüssig war und entfernt wurde

abgeschrägten Vorderwand rechts neben dem Tastenschalter P 1, dann P 2, das Aussteuerungsinstrument sowie Regler P 3.

Bild 20 zeigt die geöffnete Kopfträger-Brücke, wobei vom Sprechkopf die Mü-Metall-Abschirmkappe entfernt ist. Der Sprech- und der Hörkopf sitzen auf Federblechstreifen in der Breite des Kopfdurchmessers, die einseitig mit zwei Schrauben fest auf dem Untergrund befestigt sind, während die andere Seite durch eine neben dem Kopf durch das Federblech ragende Schraube herabgezogen wird. Durch Verstellen dieser Schraube ist damit ein Schwenken des Kopfes um seine horizontale Achse möglich. Dies ist notwendig, um bei der späteren Justierung die Kopfspalte senkrecht zum Band einstellen zu können. Diese Justiervorrichtung ist in Bild 21 skizziert.

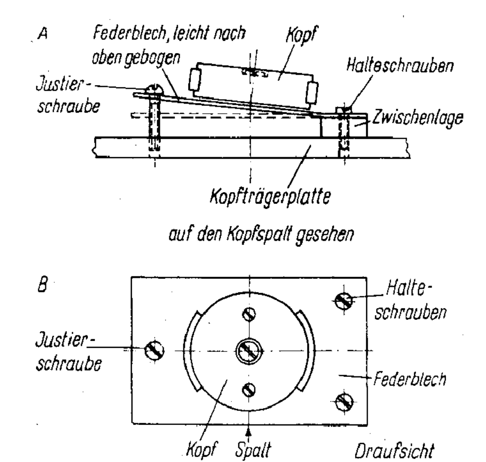


Bild 21. Anordnung der Kopfwippe für die Spaltjustierung

Die Kopfträger-Abdeckkappe wurde aus 4 mm starkem Eisenblechstreifen in der in Bild 20 erkennbaren Form glühend gebogen, und als Abschluß nach obenhin ein passend geschnittenes 3 mm starkes Eisenblech hart aufgelötet. Ähnliche Abdeck-

kappen sind auch einzeln im Handel erhältlich. – In Bild 20 ist links eine der Umlenkrollen mit Spannhebel und rechts die Andruck-Gummirolle erkennbar. Beide sowie die später zu beschreibenden Bandteller mit Lagern werden fertig bezogen, beim vorliegenden Gerät wurden Fabrikate der Fa. Lipsia, Leipzig, verwandt. Etwas links oberhalb der Andruckrolle ist die Tonrolle (Achsstumpf des Tonmotors) erkennbar, gegen die die Andruckrolle im Betrieb drückt, wobei das dazwischen hindurchlaufende Band mitgenommen wird. Unmittelbar links neben der Tonrolle ist noch eine feststehende Bandführung (Messingzapfen mit 6,55 mm breiter Nut, leicht selbst herstellbar) sichtbar, die zusammen mit einer gleichartigen Bandführung unmittelbar links neben dem Löschkopf für eine definierte Bandlage vor den Köpfen und sauberes Auflaufen auf die Tonrolle sorgt.

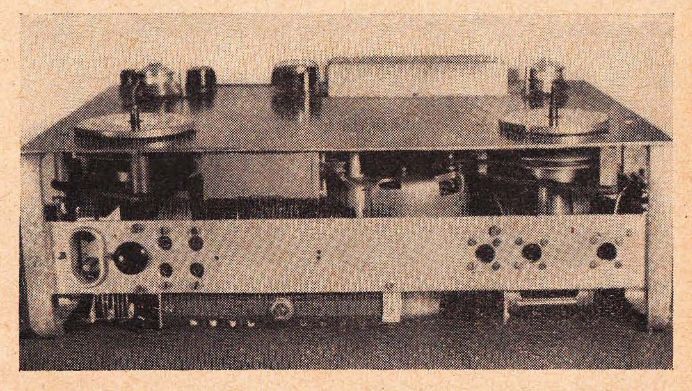


Bild 22. Sicht auf die Rückseite mit der Anschlußleiste – Von links nach rechts: Netzanschluß, Sicherung für Netzteil, Bu 4, Bu 5, rechts als abgeschirmte (Koax-) Buchsen Bu 2, Bu 3 und Ausgang Bu 1

Bild 22 zeigt die Rückansicht des Gerätes. Etwas rechts von der Gerätemitte ist der Rückspulmotor zu erkennen, der über Riemen den im Bild 22 rechten Bandauflageteller antreibt. Der im Bild linke Teller wird über Riemen von einer auf der Achse des

Tonmotors sitzenden Seilscheibe (bei Einkauf des Motors gleich mitbestellen!) angetrieben.
Die Tellerlager werden komplett mit Seilscheibe und Bandteller ebenfalls von der Fa. Lipsia, Leipzig, geliefert. Um sie auch für Bandspulen mit Dreizackhalterung benutzbar zu machen, müssen die Tellerachsen nach Bild 23 abgedreht werden. Die zuge-

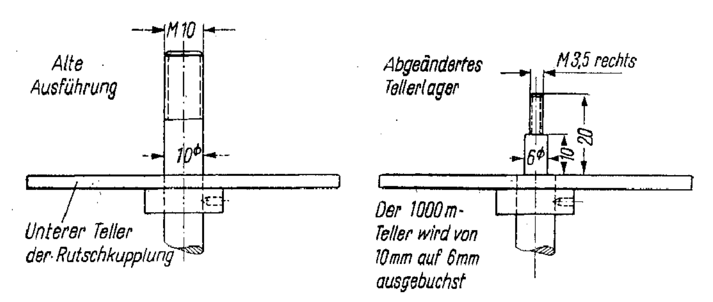


Bild 23. Die Lipsia-Tellerlager (Unterteil der Rutschkupplungen ohne Auflageteller-Oberteile), links Originalausführung, rechts abgeändert — Achslager und Riemenscheibe sind hier nicht gezeichnet

hörigen Teller werden von 10 mm auf 6 mm ausgebuchst. Ferner werden — ebenfalls von Lipsia — Kupplungsoberteile für Rutschkupplungen mit Dreizackhalterung bezogen, wie sie z. B. von der Industrie in ähnlicher Form bei den RFT-Bandgeräten BG 19 und MTG Verwendung finden. Diese Teile können auch vom VEB Fernmeldewerk Leipzig bezogen werden. Nach der Abänderung der Tellerlager entsprechend Bild 23 können nun wahlweise entweder die 1000-m-Teller oder die Dreizack-Spulenhalter aufgesetzt und mittels der M 3,5-Rändelmutter befestigt werden. Während dabei die abwickelseitige Rändelmutter stets fest angezogen, der Bandauflageteller also starr mit der Achse verbunden ist, wird die Rändelmutter des Auflagetellers normalerweise gelockert. Der 1000-m-Teller bzw. Dreizackhalter ist also auf der Aufwickelachse frei drehbar. Beide Auflageteile enthalten an ihrer Unterseite einen Filzring, mit dem sie auf dem unteren Teller der Rutschkupplung (Bild 23) aufliegen. Da sich das in Bild 23 gezeigte Kupplungsunterteil stets mit der durch den

Tonmotor gegebenen Geschwindigkeit dreht, nimmt es durch die Reibung den lose daraufliegenden Aufwickelteller entsprechend dem auflaufenden Band mit. Bei schnellem Vorlauf ist dagegen auch die Rändelmutter des Aufwickeltellers festzuziehen, der damit fest gegen das untere Kupplungsteil gepreßt wird und jetzt in der vollen Geschwindigkeit das Band umwickelt. In Bild 22 und Bild 25, das die linke Seitenansicht des Gerätes zeigt, sind die abgeänderten Tellerlager-Unterteile (entsprechend Bild 23 rechts) gut erkennbar.

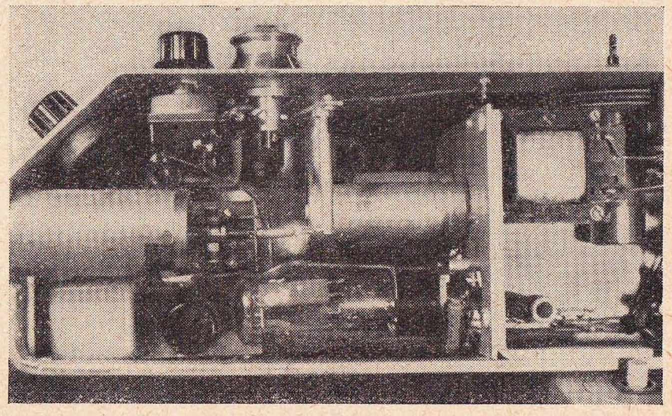


Bild 24. Sicht von rechts auf Gleichrichterröhre und Andruckrollen-Zugmagnet

Bild 24 zeigt die Ansicht des Gerätes von rechts. Erkennbar ist rechts das Aufwickel-Tellerlager, davor der Ausgangstrafo des Kontrollverstärkers. Oben ist eine Umlenkrolle mit Rollenlager erkennbar, links daneben Regler P 5 mit Netzschalter, an der Schrägwand Regler P 3. In der Mitte ist unten querliegend Röhre Rö 9 (AZ 11), darüber deren Lade-Elko. Unter den Reglern querliegend der Andruckrollen-Magnet, darunter die Baugruppe des HF-Generators. Der Andruck-Magnet wurde als Topfmagnet auf einen geeigneten, vorhandenen Wickelkörper gewickelt und der

zugehörige Topf aus geeignetem Rundmaterial gedreht. Bild 27 zeigt eine Schnittskizze des Magneten. Zu beachten ist der schräge Anker-Anschnitt, der wesentlich zur Vergrößerung des Anzugsmomentes beiträgt. Für den Anker und Kern fand Vier-

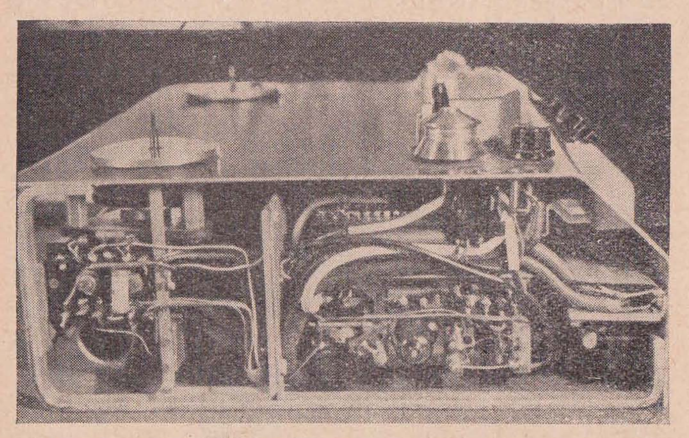


Bild 25. Sicht auf das Gerät von links

kant-Weicheisen Verwendung, das in dem entsprechend ausgeschnittenen Topfdeckel geführt wird und den Anker gegen Verdrehen sichert. – Wie in Bild 24 erkennbar, wirkt der Anker über eine Zugfeder auf eine Zugstange, die auf einem an der Deckplatte drehbar angeordneten zweiarmigen Hebel sitzt. Am anderen Endpunkt dieses Hebels – im Bild nicht erkennbar – ist die Andruckrolle befestigt, deren Achse durch einen Ausschnitt in der Deckplatte ragt. Bei Anzug des Magneten wandert die in Bild 24 sichtbare Schubstange etwa 10 mm nach links, die Andruckrolle am anderen Ende des Hebels also nach rechts, wodurch sie an die Tonrolle angedrückt wird. Bei stromlosem Magneten holt die rechts von der senkrechten Zugstange unter der Deckplatte erkennbare Zug-Feder den Magnetanker und den Hebel nebst Andruckrolle in die Ausgangsstellung zurück.

Bild 26 zeigt die Verdrahtung, von der Unterseite des Gerätes gesehen. Bild 29 stellt zur Veranschaulichung nochmals die gleiche Ansicht in Skizzenform mit Lagebezeichnung der wichtigsten Einzelteile dar. Durch Vergleich beider Bilder ist die Aufteilung in Baugruppen (analog Bild 11) gut erkennbar.

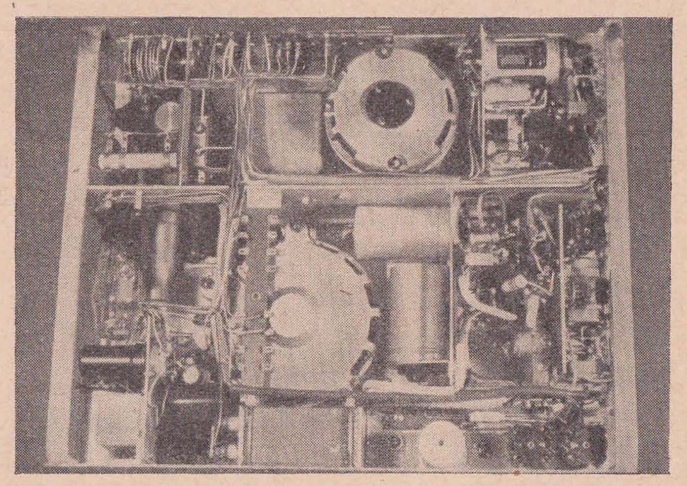


Bild 26. Blick auf die Verdrahtung (Unteransicht) – Durch Vergleich mit Bild 29 sind nähere Einzelheiten erkennbar.

In Bild 28 schließlich werden die wichtigsten Maße der Grundplatte gegeben. Dort sind ferner punktiert die Lage der beiden Riemenantriebe sowie der zweiarmige Hebel für die Betätigung der Andruckrolle eingezeichnet. Wie aus Bild 26 erkennbar, wurde das Innere des Gerätes durch mehrere Aluminium-Wände in Kammern aufgeteilt, die die einzelnen Baugruppen enthalten. Der Wiedergabeverstärker WV mit Rö 1 und 2 und die 1. Stufe Rö 7 des Abhörverstärkers KV nebst zugehöriger Verdrahtung sowie zwei Elkos wurden an zwei in Bild 26 senkrecht stehende Wände (vgl. auch Bild 29) montiert, die auf dem Boden des darunterliegenden Tastenschalters aufgeschraubt und

zusammen mit diesem als komplette Einheit – nach Lösen weniger Verbindungen – entfernbar sind. Diese Montageeinheit ist auch in Bild 25 gut erkennbar. Dort ist der Tastenschalter mit dem an seiner Unterseite „hängenden" WV, davor – an der Vorderwand montiert – die Baugruppe VV erkennbar.

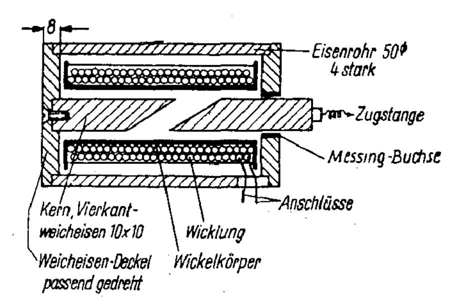


Bild 27. Ausführungsskizze für den Andruckmagneten – Die Spule wird je nach Platz mit 0,12 CuL-Draht vollgewickelt – Richtwert etwa 3–4000 Windungen bzw. 700–1000 Ohm – Die Kernhälften werden aus Vierkant-Weicheisen in einem Stück hergestellt und unter 45° geteilt

Zu den Fotos ist zu bemerken, daß das Gerät ursprünglich mit älteren Röhren (P 2000, LV 1 usw.) „gemischt" bestückt war. Diese Bestückung – die auf den Fotos noch erkennbar ist – wurde später durch die hier geschilderte moderne Röhrenbestückung und Schaltung ersetzt. Am grundsätzlichen Aufbau des Gerätes ändert sich dadurch naturgemäß nichts.

Der Netztrafo – in Bild 26 links neben dem Rücklaufmotor erkennbar – wurde durch Umkleidung mit 3 mm starkem Eisenblech magnetisch abgeschirmt, um bei dem gedrängten Aufbau Brummeinstreuungen auf den Hörkopf zu vermeiden. Aus dem gleichen Grunde wurde (in den Bildern nicht erkennbar) unter den Köpfen eine 3 mm starke Eisenplatte in der Form der Kopfbrücken-Abdeckhaube angeordnet.

Abschließend noch einige Hinweise zur Verdrahtung. Durch die Aufteilung in Baugruppen und den bewußt eng gehaltenen Aufbau der Verdrahtung in den einzelnen Stufen, ist fast überall ohne zusätzliche Abschirmungen auszukommen. Wo abge-

schirmte Leitungen notwendig sind – es wird sich im wesentlichen um die Kopfzuleitungen, die Zuleitungen zu den Anschlußbuchsen und zu den Potentiometern sowie zum U-Kontakt am Tastensatz handeln – sollte im Interesse einer ungeschwächten

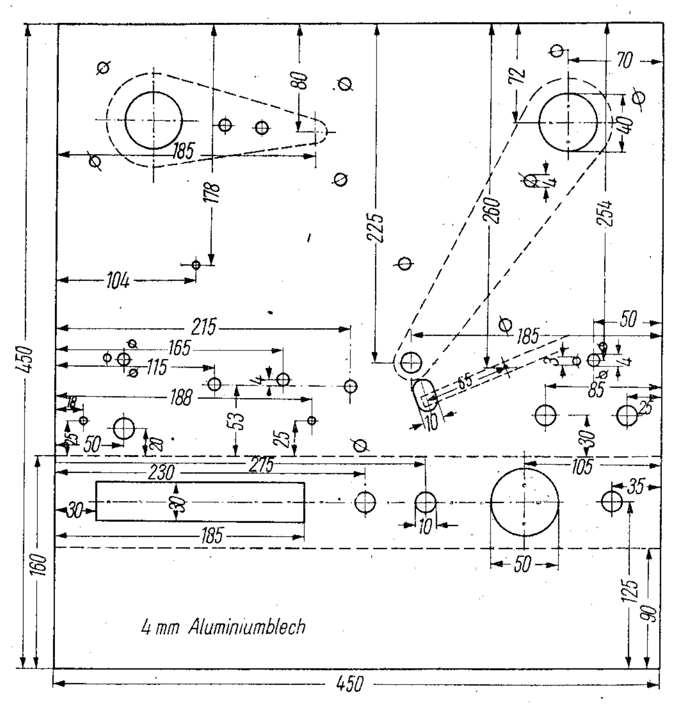


Bild 28. Chassisplatte – Das Chassis wird aus 4 mm Alu gebogen

Wiedergabe der hohen Frequenzen unbedingt kapazitätsarmes Abschirmkabel (Sinepert-Leitung o. ä.) Verwendung finden. Die normalen, handelsüblichen Abschirmkabel weisen Kapazitäten gegen den Mantel von 500–800 pF pro m auf, was bereits bei

kurzen Leitungslängen merklichen Höhenverlust mit sich bringen kann. Diese Kabelsorten sind daher mit Vorsicht zu benutzen. Der Verfasser hat mit einem dem hier beschriebenen ähnlichen Gerät, dessen Frequenzgang „unerklärlicherweise" nur bis knapp 6000 Hz reichte, lediglich durch Auswechseln der vorhandenen Abschirmkabel gegen solche kapazitätsärmerer Art

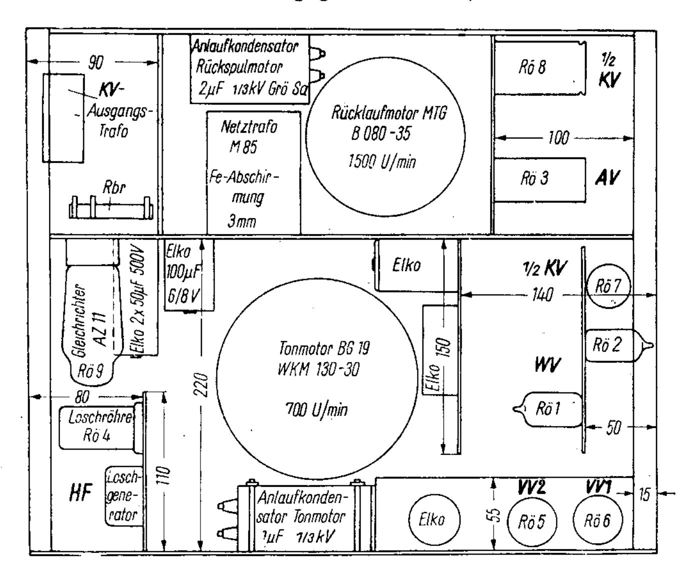


Bild 29. Lageplan zu Bild 26 — Die wichtigsten Maße der Kammeraufteilung sind als Anhalt angegeben

(Fernseh-Antennenkabel!) eine Erweiterung des Frequenzganges auf 16 000 Hz erreichen können. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß Industrieschaltungen von Heim-Magnettongeräten meist den Einfluß von in den Geräten verwandtem, billigem Abschirmkabel durch ihre Dimensionierung berücksichtigen und schon deshalb nicht ohne weiteres vom Amateur nachzubauen sind. Dies sei betont, um dem weitverbreiteten Glauben, der

Nachbau der Schaltung eines hochwertigen Gerätes müsse wieder ein hochwertiges Gerät ergeben, entgegenzutreten. Die Schaltung allein ist niemals ausschlaggebend für die elektrische Güte eines Gerätes! Notwendig erscheint es auch, auf die sachgerechte Verschaltung der Masseleitungen hinzuweisen. Grundsätzlich erhält jede Stufe ihren eigenen Massepunkt, wofür der starke Mittelstift der jeweiligen Röhrenfassung benutzt wird. Die Massepunkte aller Stufen einer Baugruppe werden untereinander mit einem isoliert zu verlegenden Draht verbunden. Vom Massepunkt jeder Baugruppe aus führt dann ein isolierter Draht zum gemeinsamen Erdpunkt des Gerätes, der direkt an der Koax-Eingangsbuchse des empfindlichsten Einganges, hier Bu 2, liegt. Hier – und nur hier! – haben alle Baugruppen-Massepunkte Verbindung miteinander und mit dem Chassis. Abschirm-Kabelmäntel werden dementsprechend isoliert verlegt und nur an einem Ende – in der Stufe, in der sie münden – an Masse gelegt. Für alle außerhalb der Baugruppen liegenden Organe gilt die Regel, daß sie in der hinter ihnen folgenden Stufe auf Masse gelegt werden. Die Eingangsregler P 1 – P 4 z. B. erhalten ihre Masseverbindung über die Abschirmmäntel vom Massepunkt von Rö 3, der Regler P 5 von Rö 7, der Regler P 6 von Rö 8, der Hörkopf von Rö 1, der Löschkopf von Rö 4, die Sprechkopf-Schaltkontakte von Rö 3 usw. Die in den einzelnen Baugruppen-Schaltbildern eingezeichneten Anodenspannungs-Siebelkos müssen vom Chassis isoliert gesetzt und mit dem Massepunkt der betreffenden Baugruppe verbunden werden (wichtig, wird oft übersehen!). Lediglich die Masseanschlüsse in Bild 18 (Netzteil) dürfen an Ort und Stelle auf Masse gelegt werden. Ein Verstoß gegen diese Regel führt fast stets zu mehr oder weniger starkem Brumm durch Erdschleifenbildung, auf deren Konto die meisten diesbezüglichen Fehlschläge kommen. Einmal vorhandene Erdschleifen sind im übrigen sehr schwer zu finden und noch schwerer – oftmals gar nicht nachträglich – zu beseitigen. Das Grundprinzip ist stets das gleiche: Es muß vermieden werden, daß Masseleitungen – und seien sie noch so kurz, auch das Chassis selbst zählt hierbei unter Masseleitungen – gemeinsam als Masseverbindung für zwei oder mehrere Organe fungieren, wenn diese Organe nicht

ein und derselben Verstärkerstufe angehören. Wenn die genannten Hinweise konsequent befolgt werden, darf das Gerät bei vollaufgedrehten Aufnahme- und Wiedergabereglern außer dem normalen Band- und Röhrenrauschen, das dann schon kräftig hörbar sein muß, nur ein leises, kaum hörbares Brummen aufweisen.

Dreimotoriges Magnettongerät für das Amateur-Studio

Das im folgenden zu beschreibende, dreimotorige Magnettongerät ist für den anspruchsvollen Amateur bestimmt. Es weist folgende technische Daten auf:

Netz: 220 V Wechselstrom, 60—240 W (je nach Betriebszustand).

Eingänge: mischbar, hochohmig.
Eingang E 1 für 10 mV an 500 kOhm,
Eingang E 2 ebenso,
Eingang E 3 für 500 mV an 100 kOhm.

Ausgänge: Wiedergabe-Ausgang nicht regelbar, frequenzlinear, Ausgangsspannung 500 mV an 50 kOhm.

Ferner 2 Kontrollverstärker-Ausgänge:
6 Ohm und 7000 Ohm (4 Watt), gleichspannungsfrei, Pegel und Entzerrung (Klang) regelbar.

Pegelanzeige: ständig mit Magischem Auge vor Band.

Löschgenerator: EL 11, ca. 60 kHz.

Motorsteuerung: Tastenschaltung vollelektrisch, elektrische Schnellbremsung, Aufnahmeblockierung relaisgesteuert.
Umspulzeit für 1000 m ca. $2^1/_2$ Min.
Bremszeit aus vollem Schnellauf ca. 1 sek.

Bandgeschwindigkeit: 19 cm/s Doppelspur

Bandhalterung: universal bis 1000 m, Spule und Wickelkern.

Bandsorte: C und CH, eingemessen für C-Band.

Kontrollautsprecher: 1,5 W oval, perm.

Frequenzgang: 50—12 000 Hz innerhalb 3 db.

Fremdspannungsabstand: Größer als 54 db.

Röhrenbestückung: EZ 12, EL 11, EF 12, EF 12, ECC 83, ECC 83, EF 86, ECL 82, EM 11, Selengleichrichter 250 V / 250 mA.

Besonderheiten: Umspulgeschwindigkeit in beiden Richtungen regelbar, min. Umspuldauer 2,5 Min. für 1000 m, zum Aufsuchen bestimmter Bandstellen. Trickecho ist möglich durch Verbinden des — doppelt vorhandenen — Wiedergabeausganges mit Eingang E 3. Abhörmöglichkeit ständig vor bzw. hinter Band. Abhörverstärker und Eingänge als Mischverstärker getrennt benutzbar.

Allgemeines

In der Auslegung des elektrischen Teiles stimmt dieses Gerät weitgehend mit dem bereits beschriebenen zweimotorigen Gerät überein, wie ein Vergleich der Blockschaltbilder Bild 30 und Bild 11 zeigt. Auf eine Erläuterung des Blockschaltbildes dieses Gerätes (Bild 30) kann daher an dieser Stelle verzichtet werden. Auch die Schaltungen der einzelnen Baugruppen VV 1 und 2, AV, KV, WV, HF und Netzteil entsprechen praktisch vollkommen denen der gleichen Baugruppen des bereits beschriebenen Gerätes. Es kann daher auch auf die Erläuterung dieser Schaltungen hier verzichtet werden. Wegen der etwas abweichenden Dimensionierungen werden von dem hier behandelten Gerät die Schaltungen des Aufsprechverstärkers AV mit Vorverstärkern VV und Mischreglern E 1 – E 3 in Bild 31 und die Schaltung des HF-Generators in Bild 32 gezeigt. Während Bild 31 nach dem früher Gesagten ohne weiteres verständlich ist – der Relaiskontakt rel 2 in der Sprechkopfleitung wird später erläutert –, ist beim HF-Generator (Bild 32) auf die etwas andere Anschlußart des Löschkopfes einzugehen. Es sei bereits hier erwähnt, daß aus den früher bereits genannten Erwägungen heraus auch dieses Gerät mit zwei Halbspur-Kombiköpfen (VEB Funkwerk Leipzig) als Hör- und Sprechkopf und einem niederohmigen Löschkopf des gleichen Herstellers ausgerüstet wurde. Durch die Verwendung einer EL 11 als Schwingröhre steht hier eine wesentlich höhere HF-Spannung zur Verfügung. Natürlich bedingt die Verwendung einer EL 11 als Löschröhre einen wesentlich höheren Stromverbrauch, dem hier durch eine entsprechend kräftigere Auslegung des Netzteiles mit der EZ 12 Rechnung getragen wurde. Beim Entwurf des Netzteiles, dessen Schaltung dem Bild 18 – mit Ausnahme der Steuerung – entspricht, muß ein Anodenstrombedarf des ganzen Gerätes von etwa 130 mA zugrunde gelegt werden.

Als Schwingkreisspule in Bild 32 wurde eine Langwellen-Einkreiserspule verwandt, wobei die ursprüngliche Gitterspule jetzt im Anodenkreis liegt, während als Gitterspule die ursprüngliche Rückkopplungsspule benutzt wird. Diese ist dabei nach Versuch schrittweise soweit abzuwickeln, daß der Generator eben noch

sicher anschwingt. Der Generator gibt dann eine relativ konstante, oberwellenfreie Schwingung ab. Die Vormagnetisierungsspannung für den Sprechkopf (Leitung Vm, führt nach Bild 31)

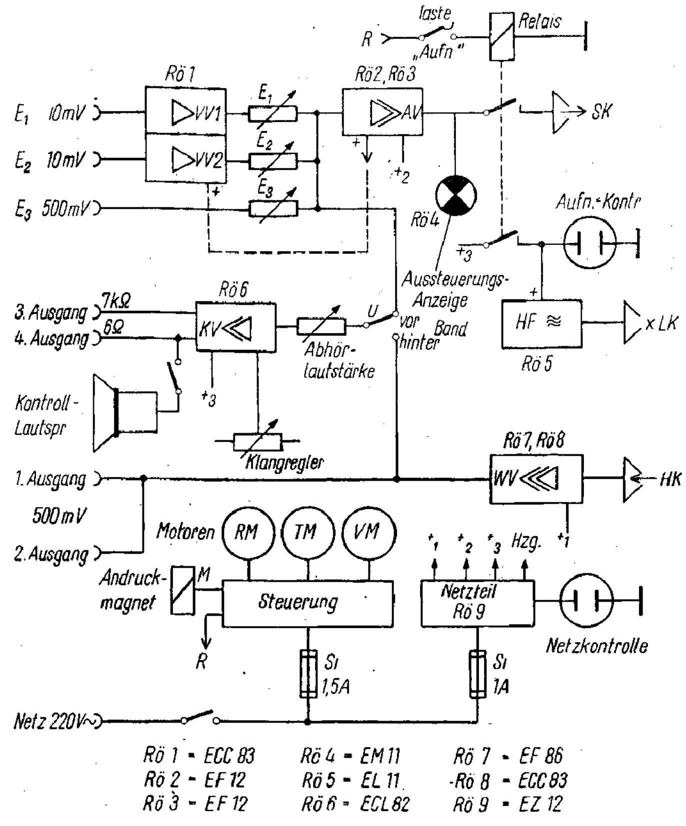


Bild 30. Blockschaltbild des dreimotorigen Gerätes – Erläuterungen im Text – Die Schaltung des Abhörverstärkers KV entspricht genau der Schaltung Bild 17, da die Röhre ECL 82 getrennte Katoden hat. Der Katodenwiderstand für die Endstufe beträgt hierfür 450 Ohm. Trioden- und Pentodenteil sind am Sockel mittels zwischengelöteter Blechwand gegeneinander abzuschirmen

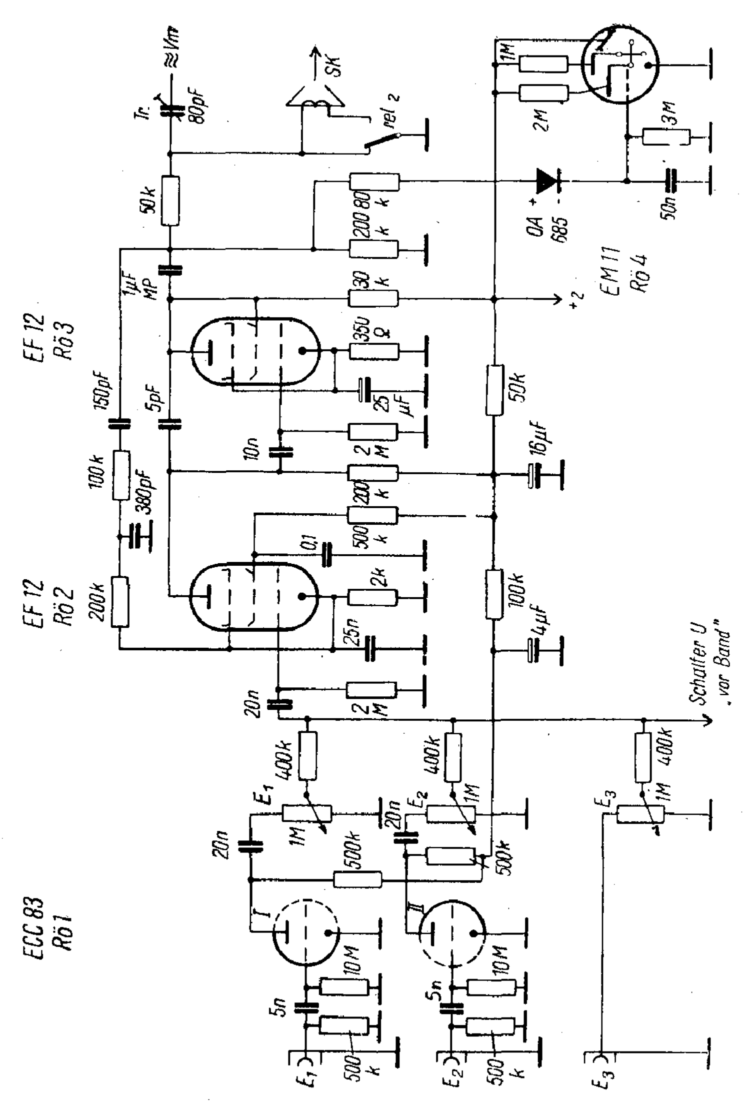


Bild 31. Schaltung des Aufsprechverstärkers AV mit Vorverstärkern VV nach Bild 30

sowie die Spannung für den Löschkopf werden an einer Anzapfung der Schwingkreisspule abgenommen, die knapp $^1/_3$ der Gesamtwindungszahl von der Anode entfernt ist. Falls diese Spule selbst gewickelt werden soll, kann dies unter Berücksichtigung der genannten Gesichtspunkte nach den in der Bastlerliteratur häufig zu findenden Wickelangaben für Einkreiserspulen geschehen.

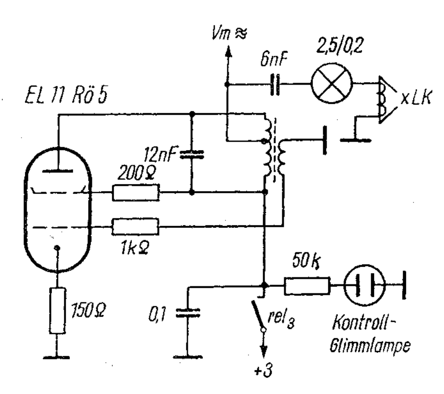


Bild 32. Schaltung des HF-Generators nach Bild 30

Die Größe des Koppelkondensators zum Löschkopf (hier 6 nF) ist maßgebend für die Stärke des Löschstromes, der etwa 200 mA betragen soll. Um diesen Wert einzustellen, genügt die Einschaltung einer kleinen Taschenlampenbirne 2,5 V/0,2 A in die Löschkopfleitung, die dann etwa normal leuchten soll und gegebenenfalls als zusätzliches Anzeigeorgan in der Schaltung verbleiben kann. Sie wird dann zweckmäßig direkt neben dem Löschkopf (kurze Leitungen!!) montiert.

Damit wäre das Wesentliche zu den Verstärkereinheiten gesagt. Bild 33 zeigt die Ansicht des Gerätes. Die Kopfträgerbrücke ist erkennbar. Direkt unter dem Sprechkopf befindet sich das Magische Auge EM 11 für die Aussteuerungskontrolle, links daneben die Anzeigeglimmlampe für Betriebszustand „Auf-

nahme" (deren Schaltung aus Bild 32 ersichtlich ist), rechts neben der EM 11 die Netzkontroll-Glimmbirne (liegt über dem üblichen Vorwiderstand parallel zur Anodenwicklung des Netztrafos). Rechts neben dieser ist der Netzschalter. Unter der EM 11 ist ferner die vierteilige Steuer-Tastatur erkennbar, auf die noch eingegangen wird. Rechts neben dieser der Lautstärkeregler für den Kontroll-Abhörverstärker, ganz rechts außen dessen Klangregler, über diesem an der rechten Kante vor dem Bandteller der Schalter zur Abschaltung des Kontrollautsprechers (vgl. Bild 30). An der Vorderkante links sind die Eingangs-Mischregler E 1 – E 3 erkennbar, zwischen ihnen und der Tastatur die Drucktaste für „Aufnahme", die mit zur Steuerung gehört. Links von der Tonrolle über den Eingangsreglern ist der Stufenschalter für die Umspul-Geschwindigkeit erkennbar.

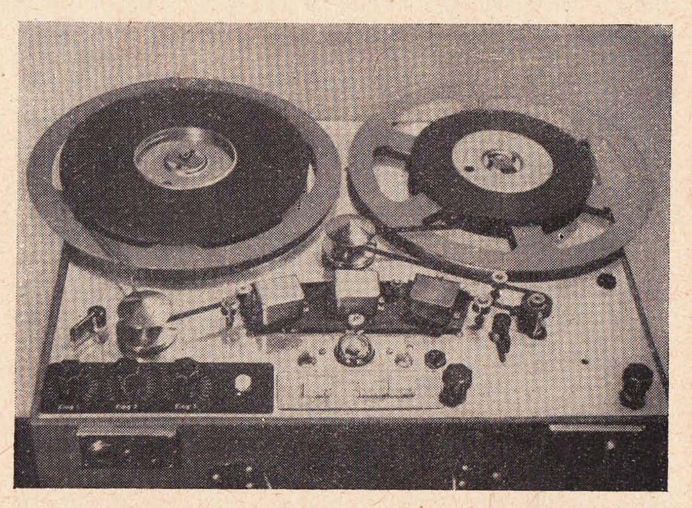


Bild 33. Ansicht des dreimotorigen Gerätes mit aufgelegten 1000-m-Tellern und eingelegtem Band – Die vier Steuertasten (Mitte vorn) betätigen von links nach rechts: Wiedergabe W, Rücklauf R (im Bild gedrückt), Vorlauf V, Stopptaste S

Der Bandweg des Gerätes ist aus Bild 33 gut erkennbar. Unter dem rechten (Aufwickel-) Bandteller ist die Gummi-Andruckrolle erkennbar, davor die Tonrolle, die auch hier durch den Achszapfen des Tonmotors gebildet wird. Links daneben sitzt der Umschalter U (vgl. Bild 30) für den Eingang des Kontrollverstärkers.
Die Montage der Köpfe erfolgte auch hier wieder nach Bild 21. Der Löschkopf wird ohne Justiervorrichtung sorgfältig senkrecht montiert. Die ganze Kopfbrücke wurde aus 4 mm starkem Eisenblech (magnetische Abschirmung nach unten!) angefertigt. Für die Umlenkrollen wurden hier ältere Opta-Fabrikate benutzt. Naturgemäß ist hier wie auch für die übrigen jedes ähnliche Fabrikat ebenso geeignet. Die Andruckrolle ist hier mit der in den Industriegeräten der MTG-Serie benutzten identisch, ein etwas größeres Fabrikat (z. B. die erwähnten Lipsia-Teile) ist jedoch geeigneter. Die im Bild 33 links vom Löschkopf und in Nähe der Tonrolle erkennbaren feststehenden Bandführungen wurden aus 6,5 mm langen Messingröllchen und beiderseits angelegten Messingscheiben selbst angefertigt und mit Schraubenbolzen befestigt.
Die Bandauflageteller wurden, um ihr Gewicht zu verringern (wichtig wegen des störenden Trägheitsmomentes bei Schnellbremsung aus vollem Lauf beim Umspulen), aus 3 mm starkem Pertinax ausgesägt. Sie erhielten eine Mittelbohrung mit Dreischlitz, entsprechend der Mittelbohrung normaler Tonbandspulen. Ferner wurden in diese Teller zwei Stifte fest eingesetzt, die den 1000-m-Wickelkern halten, wie in Bild 34 skizziert. Bei Verwendung von Spulen werden diese Teller abgenommen.
Da das Laufwerk keinerlei mechanische Spezialteile, wie Rutschkupplungen, mechanische Bremsen u. ä. aufweist, werden die Bandauflagestücke – hierfür werden Rutschkupplungs-Oberteile für Dreizackhalterung (Spulenhalterungen) vom VEB Fernmeldewerk Leipzig bzw. Meßgerätewerk Zwönitz verwendet, von denen bereits die Rede war, und die als Ersatzteile einzeln erhältlich sind – starr direkt auf den Achsen des Vorlauf- bzw. Rücklaufmotors befestigt. Für den Übergang von dem Dreizackteller auf die Motorachse werden aus geeignetem Rundmaterial Übergangsstücke gedreht und mit Tellern und Motorachse verschraubt.

wie in Bild 35 skizziert. In Bild 36 ist das Oberteil dieser Stücke erkennbar. Der jeweils aufgesetzte Bandträger ist dann also starr mit der Motorachse verbunden. Damit ist der ganze Antrieb mechanisch sehr einfach, robust und kaum störanfällig.

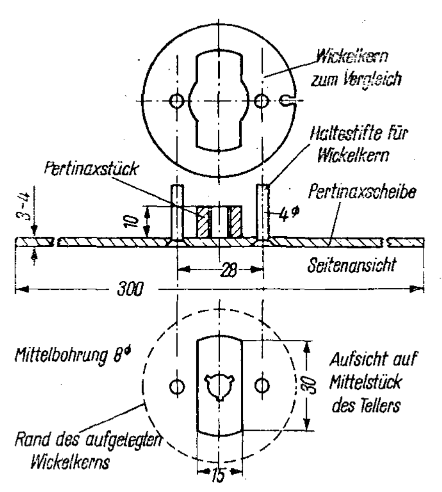


Bild 34. 1000-m-Band-Aufsatzteller – Siehe auch Textangaben – Bei Bedarf werden diese Teller wie Spulen auf die in Bild 35 gezeigten Teile aufgesetzt – Die Teller nehmen dann die Bandwickel-Kerne auf

Das Hauptkennzeichen dieses Gerätes ist die vollelektrische Steuerung, die daher eingehend beschrieben wird. Zuvor sei jedoch noch anhand der Bilder 36–39 der Aufbau des Gerätes gezeigt.

Bild 36 zeigt das aus dem Koffergehäuse entfernte Gerät von links. Der Rückspulmotor mit dem direkt auf seiner Achse sitzenden Dreizackteller ist erkennbar. Schräg darunter der Netztransformator. Er wurde schräg gestellt, so daß der Hörkopf genau im Minimum seines Streufeldes (magnetische Brummeinstreuungsgefahr!) liegt. Die genaue Stellung des Netztrafos, der hier aus Platz- und Kühlungsgründen nicht magnetisch

abgeschirmt werden konnte, ist durch Versuch zu ermitteln. Allgemeingültige Regeln lassen sich hier nicht geben, jedoch ist der Gefahr von Brummeinstreuungen des Netztrafos auf den Hörkopf von vornherein großes Augenmerk zu schenken. Je nach den räumlichen Verhältnissen kann eine Schirmung des Trafos mit starkem Eisenblech (Kühlung beachten!), ein Schrägstellen desselben (wie hier gezeigt), beides oder sogar eine zusätzliche Brummkompensation (siehe Umbauanleitung für TONI) erforderlich sein. Wenn letztere nachträglich vorgenommen werden soll, ist es meist einfacher, die Kompensationsspule in die nach Masse führende Hörkopfleitung einzuschalten und sie direkt bei den Köpfen anzuordnen, wie z. B. in Bild 20, wo diese Maßnahme anfänglich vorgesehen war, noch erkennbar.

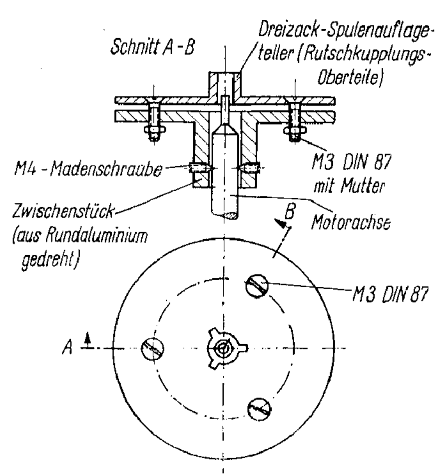


Bild 35. Achs-Zwischenstücke für die Wickelmotoren — Siehe auch Textangaben — Alle Maße ergeben sich aus den verwendeten Einzelteilen

Über dem Netztrafo in Bild 36 sind zwei zur Steuerung gehörende und später zu erwähnende Widerstände sichtbar, vor dem Trafo der Ausgangstrafo des Kontrollverstärkers. Rechts oben ist eine abgeteilte Blechkammer – die hier geöffnet wurde

– zu sehen, die die Regler E 1 – E 3 und die zugehörige Baugruppe der Vorverstärker VV 1 und VV 2 enthält. Die zugehörige Röhre Rö 1 steht quer auf der linken Kammerwand. Sie ist mit einer aufgeschobenen Metallhülse abgeschirmt und im Bild 36 über dem Netztrafo rechts oben erkennbar.

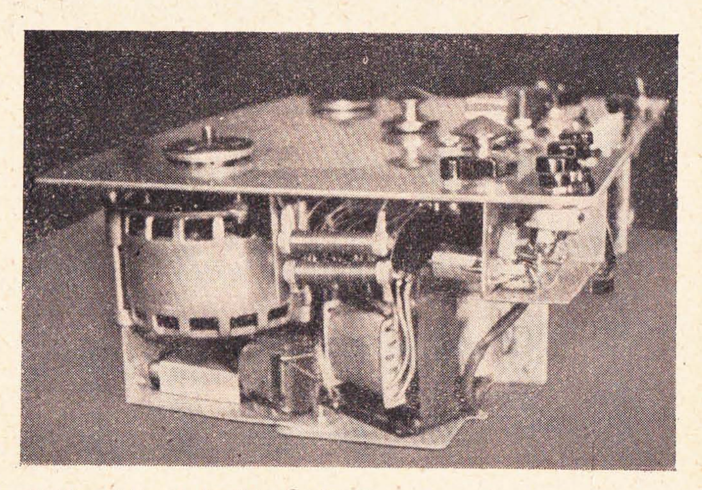


Bild 36. Sicht auf die linke Geräteseite

Bild 37 zeigt die Unteransicht des Gerätes. Der an der Rückwand angeordnete ovale 1,5-W-Kontrollautsprecher ist sichtbar, rechts von ihm der Vorlaufmotor, links – etwas verdeckt – der Rücklaufmotor. Über diesem die Koax-Buchsen für die Eingänge E 1 – E 3 und die parallelliegenden 500-mV-Ausgänge (vgl. Bild 30).

Alle Verstärkereinheiten mit Ausnahme von VV 1 und 2 wurden in einem kastenförmigen, allseitig geschlossenen und im Innern durch Blechwände baugruppenweise aufgeteilten Chassis untergebracht, das in Bild 37 deutlich sichtbar ist. An seiner Rückseite befinden sich der Netzanschluß und die beiden Kontrollverstärker-Ausgänge. An seiner rechten Seitenwand befinden

sich drei Netzdrosseln (im Netzteil wurden anstelle der Siebwiderstände entsprechend Bild 18 sämtlich Drosseln verwandt, was wegen des höheren Anodenstromes günstiger ist).

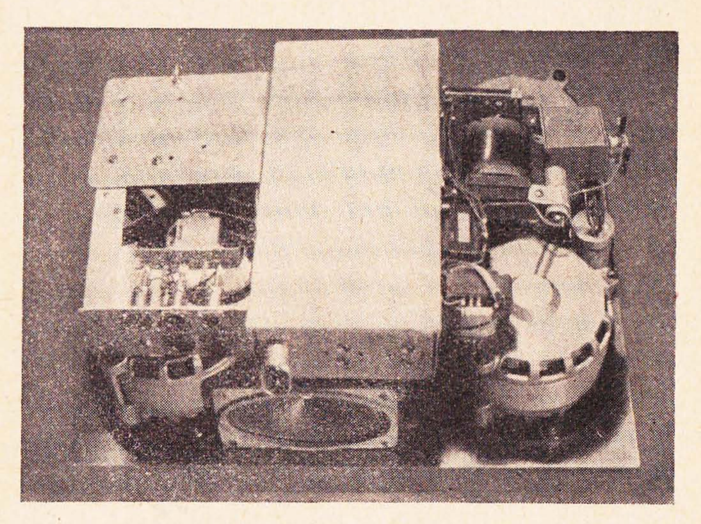


Bild 37. Unteransicht des Gerätes

Bild 38 zeigt das Gerät von vorn, schräg von unten gesehen. Die Reglerkammer E 1 – E 3 ist deutlich sichtbar, ferner hängend der Tastenschalter und rechts der Tonmotor. Unter der Reglerkammer ist etwas verdeckt der Netztrafo und ein Sieb-Elko sichtbar. Das Chassis ist hier geöffnet, so daß der Blick auf die Verdrahtung des Aufsprechverstärkers frei ist. Alle Röhren mit Ausnahme von Rö 1 stehen auf der Oberseite des Chassis – hier durch den Tastenschalter verdeckt –, also zwischen Chassisober- und Frontplattenunterseite. Das Chassis ist mit vier 10 mm starken Rundeisenbolzen leicht abnehmbar an der Frontplatte befestigt und kann mit wenigen Handgriffen abgenommen werden, wonach alle Röhren und die direkt unter der Frontplatte

verlaufende Steuerungs-Verdrahtung zugängig sind. Einer dieser Haltebolzen ist in Bild 38 unter der rechten unteren Ecke des Tastenschalters sichtbar.

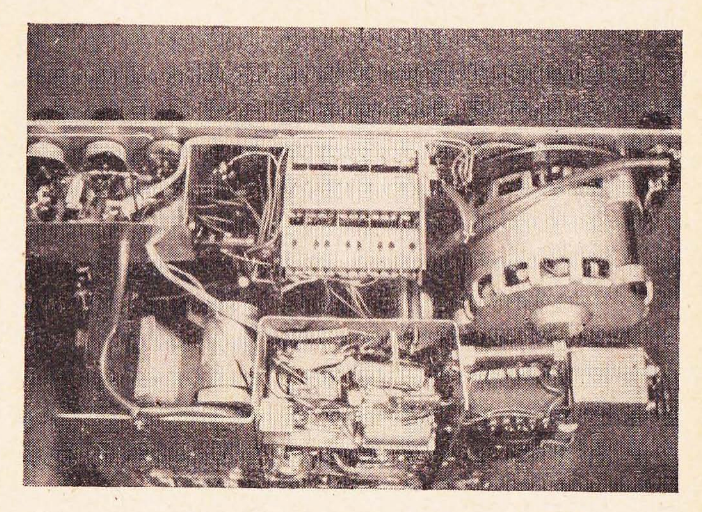


Bild 38. Vorderansicht – Das Verstärkerchassis ist geöffnet

Bild 39 zeigt die Vorderansicht schräg von oben, Bild 40 nochmals die Rückansicht des in diesem Bild „kopfstehenden" Gerätes. Hier ist die Befestigung des Vor- und Rücklaufmotors gut erkennbar, die mittels passender 4 mm starker Eisenringe etwas vertieft aufgehängt wurden, um nicht die wertvollen Präzisionsachsen der Motoren verkürzen zu müssen. Damit ist es nämlich – da alle drei Motoren identisch sind – durchaus möglich, den im Laufe der Zeit vielleicht „unrund laufenden", abgenutzten Tonmotor gegen einen der Wickelmotoren auszutauschen, der dann als „neuer" Tonmotor weiter Dienst tun kann. – Wie erkennbar, wurden die Wickelmotoren in Gummipuffern elastisch-stramm aufgehängt, was wesentlich zum geräuschlosen

Lauf beim Umspulen beiträgt. – Das Chassis ist in Bild 40 geöffnet, die Kammeraufteilung erkennbar. Einen Blick in die Chassisverdrahtung zeigt Bild 41. Erkennbar ist oben quer die Kammer des Aufsprechverstärkers, darunter links der Kontroll-

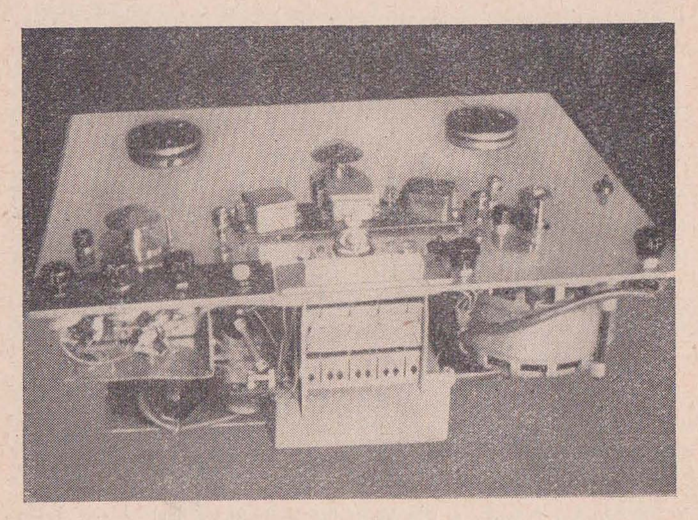


Bild 39. Aufsicht von vorn

verstärker, darunter links der Wiedergabeverstärker. Rechts unter dem Aufsprechverstärker der HF-Generator, darunter die Netzgleichrichterröhren-Verdrahtung, die z. T. (Drosseln und Elkos) auch außerhalb des Chassis verläuft. Erwähnt sei, daß sämtliche Heizleitungen unmittelbar neben den Anschlußfahnen am Sockel durch Bohrungen auf die Chassisoberseite geführt wurden und damit außerhalb des Chassis verlaufen. Innerhalb der Chassiskammern befinden sich daher keine Wechselspannung führenden Speiseleitungen, was wesentlich zur Erzielung des großen Brummabstandes beiträgt. Auch hier gilt wieder: Zweckmäßigkeit geht vor Schönheit!

Nachdem der Aufbau des Gerätes gezeigt wurde, sei nun die Steuerungsschaltung beschrieben. Sie kann als Beispiel dafür gelten, wie durch zweckmäßige Schaltungstechnik mit relativ geringem Aufwand eine allen Ansprüchen genügende, absolut

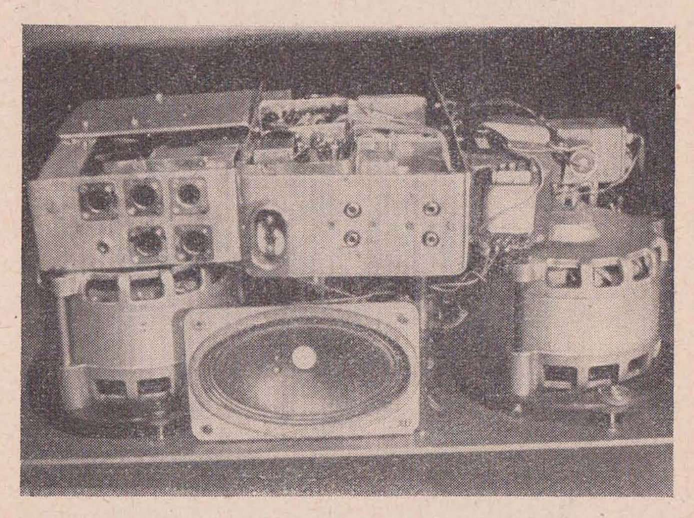


Bild 40. Ansicht der Rückseite

„narrensichere" vollelektrische Steuerung ohne jedes mechanische Hilfsmittel verwirklicht werden kann. Wie schon erwähnt, sitzen die jeweiligen Bandträger starr auf den Motorenachsen der Wickelmotoren. Es sind dort also keinerlei mechanische Bremsen, Kupplungen oder Antriebsräder vorhanden. Das einzige bewegliche Steuerungsorgan ist die Andruckrolle, die magnetisch betätigt wird, wozu ein Aufbau ganz ähnlich dem im schon beschriebenen zweimotorigen Gerät vorhandenen Andruckmagneten gewählt wurde. Auf ein Abheben des Bandes von den Köpfen während des Umspulens wurde verzichtet, weil es zum Aufsuchen bestimmter Bandstellen möglich ist, das Umspultempo

beliebig zu verringern, wozu aber eine Mithörmöglichkeit während des Umspulens bestehen muß.

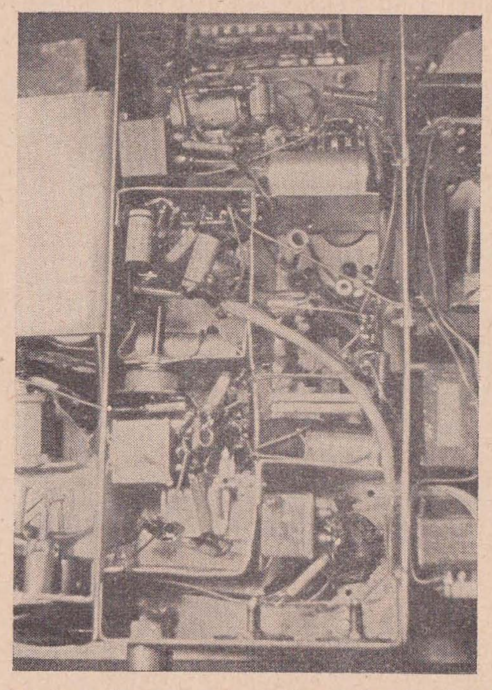


Bild 41. Blick in die Verdrahtung des geöffneten Chassis – Die Aufteilung in einzelne Kammern ist hier erkennbar

Als Motoren wurden drei gleichartige Tonbandmotoren vom Typ WKM 130-30 für 750 U/Min. (BG-19-Motoren) verwendet. Die Schaltung der Steuerung zeigt Bild 42.
Diese auf den ersten Blick kompliziert wirkende Schaltung ist praktisch sehr leicht zu verdrahten, da der größte Teil der Verbindungen direkt von Kontakt zu Kontakt am Tastenschalter

verläuft. Es fand ein vierteiliger Neumann-Miniaturtastenschalter handelsüblicher Ausführung Verwendung, der pro Taste vier Umschaltkontakte aufweisen muß. Diese Kontakte sollen Folgekontakte sein, d. h. bei Tastenbetätigung muß sich zunächst der Ruhekontakt öffnen, erst danach darf der Arbeitskontakt

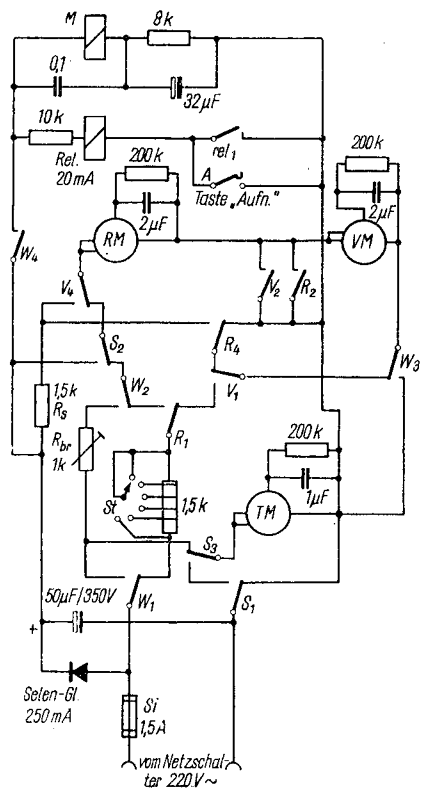


Bild 42. Schaltung der Laufwerkssteuerung — Erklärung im Text

schließen. Falls diese Kontaktjustierung nicht bereits vorhanden ist, kann sie durch leichtes Schrägbiegen der Kontaktfedern erreicht werden. Diese Voraussetzung ist besonders bei den Kontakten v 1, s 1 und s 2 zu beachten, da andernfalls Kurzschlüsse auftreten können. Der Tastensatz hat vier Tasten in der Reihenfolge Wiedergabe (w), Rücklauf (r), Vorlauf (v), Stop (s). Die zugehörigen Kontakte sind in Bild 42 mit gleichem Buchstaben bezeichnet. Hinzu kommt noch die Taste Aufnahme (A), eine normale einpolige Drucktaste (Klingeltaster), die in Bild 33 neben den Eingangsreglern sichtbar ist. Alle Bauteile des Bildes 42 sind im Gerät direkt an der Frontplatte im Raum zwischen dieser und dem Chassis montiert.

Die Funktion der Schaltung ist folgende:

Wie aus Bild 42 erkennbar, sind in Ruhestellung aller Tasten alle Stromkreise unterbrochen. Es wird nun die Taste Wiedergabe (w) gedrückt. Damit werden alle w-Kontakte (in Bild 42 sind alle Kontakte in Ruhestellung gezeichnet) umgelegt. Es fließt nun ein Strom vom Netz über w 1, s 3, Tonmotor TM, s 1, zum Netz zurück. Der Tonmotor läuft an. Ein weiterer Stromkreis besteht jetzt über Netz, w 1, Bremswiderstand Rbr, w 2, s 2, v 4, Rückspulmotor RM, Vorlaufmotor VM, w 3, s 1, Netz. Beide Motoren erhalten eine kleine Spannung, wobei sich RM entgegen der Bandrichtung drehen möchte. Durch das ablaufende Band wird er entgegen seiner Drehrichtung mitgenommen und gibt diesem den nötigen Bandzug. Der Motor VM dreht sich in seiner Laufrichtung, aber ebenfalls nur so schnell, wie es das von der Tonrolle kommende Band gestattet, und wickelt dieses straff auf. Der richtige Bandzug über die ganze Bandlänge wird mit Rbr einmalig eingestellt. – Ein dritter Stromkreis kommt wie folgt zustande: Ständig an Netzspannung liegt ein Selengleichrichter 250 mA, nebst Lade-Elko 50 MF. Die von diesem abnehmbare Gleichspannung gelangt über w 4 zum Andruckrollen-Magneten M, dessen Schaltung mit Vorwiderstand und Parallel-Elko bereits bei Bild 18 erläutert wurde, weiter vom Widerstand 8 kOhm über s 1 zum Netz. Die Andruckrolle drückt also das Band gegen die Tonrolle.

Soll nun eine Aufnahme vorgenommen werden, so ist gleichzeitig mit oder nach Taste W die Taste A zu drücken. Die hinter w 4 vorhandene Gleichspannung gelangt dann über einen 10-kOhm-Widerstand zum Relais Rel, Taste A, s 1, Netz. Relais Rel zieht und überbrückt mit rel 1 die Taste A. Es bleibt daher auch nach deren Loslassen angezogen. Dieses Relais – ein normales Fernmelderelais für 20 mA Anzugsstrom – besitzt weiter die Kontakte rel 2 (Bild 31), mit dem jetzt der Sprechkopf angeschaltet wird, und rel 3 (Bild 32), mit dem der Löschgenerator eingeschaltet wird. Erst mit Drücken der Stoptaste gehen alle w-Kontakte in Ruhelage. Durch Öffnen von w 4 werden dabei Andruckmagnet M und Relais Rel stromlos und fallen ab. Rel schaltet Sprechkopf und Löschung ab und öffnet seinen Kontakt rel 1 (Bild 42), so daß es bei erneutem Tastendruck von W nicht wieder allein anziehen kann.
Zum Rückspulen wird Taste R gedrückt. Es kommt dann folgender Stromlauf zustande: Netz, w 1, Widerstand 1,5 kOhm mit Anzapfungen und Stufenschalter St, Kontakt r 1 (hat umgeschaltet!), w 2, s 2, v 4, RM, r 2, s 1, Netz. RM erhält Spannung und beginnt, das Band zurückzuspulen. Als Vorwiderstand für RM wirkt dabei der Stufen-Widerstand 1,5 kOhm, so daß mit dem Stufenschalter St das Umspultempo regelbar ist. Der Stufenwiderstand mit seinen Anzapfungen ist in Bild 36 direkt über dem Netztrafo erkennbar. – Ein weiterer Stromkreis besteht gleichzeitig über Netz, Selengleichrichter, Gleichspannung ab Lade-Elkos über Widerstand Rs, r 4, v 1, w 3, VM, r 2, s 1, Netz. Der Motor VM, von dem das Band jetzt abläuft, erhält damit eine geringe Gleichspannung, die eine schwache Bremsung bewirkt. Damit wird das Band straff gehalten und ergibt einen festen Wickel (wichtig bei Verwendung von Kernen, auf denen das Band freitragend aufgewickelt ist!). Auf die Unterschiede einer Wechsel- und Gleichstrombremsung – wie erkennbar, werden hier je nach Betriebszustand beide Arten angewandt – ist später noch einzugehen.
Beim schnellen Vorlauf ist der gleiche Vorgang umgekehrt vorhanden, RM und VM sind jetzt schaltungsmäßig vertauscht. Taste V wird gedrückt. Es fließt dann ein Strom vom Netz über w 1, Schalter St mit Widerstand, r 1, v 1, w 3, VM, v 2, s 1, Netz.

Es ist jetzt mit St der Vorlaufmotor VM regelbar. Motor RM wird mit Gleichstrom gebremst über: Gleichrichter, Rs, v 4, RM, v 2, s 1, Netz. Der Vorgang ist also der gleiche wie bei Rücklauf, jedoch in umgekehrter Richtung.

Eine versehentliche Löschung des Bandes ist bei Vor- und Rücklauf unmöglich, da über den dann offenen w 4-Kontakt weder das Aufnahmerelais Rel noch der Andruckrollen-Magnet M ziehen können.

Der Stoppvorgang ist folgender: Am Tastensatz wurde die Taste S durch Ausfeilen ihrer Sperrnase so abgeändert, daß sie nicht mehr einrastet. Bei Drücken dieser Taste klinkt die zuvor gedrückte Taste W, V oder R aus. Ferner werden alle s-Kontakte umgelegt. Dadurch wird der jeweils zuvor bestehende Stromkreis aufgelöst, und es bildet sich folgender Stromlauf:

Vom Gleichrichter über s 2, v 4, RM, VM, w 3, v 1, r 4, TM, s 3, s 1, Netz. Wie erkennbar, sind jetzt alle drei Motoren in Reihe geschaltet und liegen unmittelbar an der vom Gleichrichter gelieferten Gleichspannung. Das Ergebnis ist sehr starke Bremsung aller drei Motoren, die damit sofort zum Stillstand kommen. Die vom Gleichrichter bereitgestellte Spannung beträgt etwa 250 V, der Gleichstromwiderstand einer Hauptwicklung eines Motors (die Hilfswicklung wird vom Bremsstrom nicht durchflossen, weil vom Motorkondensator abgeriegelt) rd. 400 Ohm, die Reihenschaltung aller Motoren hat daher einen Bremsgleichstrom von reichlich 200 mA zur Folge, für den der Gleichrichter bemessen sein muß. Nach Loslassen der Taste S wird dieser Stromkreis aufgelöst, die Bremsung hört auf, und alle Organe sind stromlos. – Wie eine einfache Überlegung ergibt, erscheint die Bremsung des Tonmotors TM überflüssig, da ja beim Drücken der Stopptaste der Andruckmagnet abfällt (w 4 öffnet durch Ausklinken der W-Taste!) und der Tonmotor dann ohnehin freiläuft. Es ist jedoch zu bedenken, daß mit der Möglichkeit von Bandrissen (Aufgehen von Klebestellen z. B.) oder Betriebsstörungen (Ausspringen von nicht einwandfrei beschaffenem Band aus der Tonrolle) gerechnet werden muß. Es kann dann vorkommen, daß sich ein Bandende in der Tonrollenachse verfängt. Eine Schnellbremsung nützt dann wenig, wenn der Tonmotor noch weiterläuft und damit den um seine Achse

gewickelten Bandknäuel noch vergrößert. Da derartige Fehler durchaus nicht so selten sind, wie jeder Praktiker bestätigen wird, ist diesem Moment Beachtung zu schenken. Grundsätzlich soll ja eine Schnellbremsung sämtliche bewegten Teile sofort zum Stillstand bringen.
Diese Steuerschaltung hat sich in mehreren Selbstbaugeräten ausgezeichnet bewährt. Sie kann als praktisches Beispiel für die in der Einleitung genannten Gesichtspunkte gelten, Steuerungsaufgaben mit möglichst rein elektrischen Mitteln und ohne jede Mechanik zu lösen, wobei der nur auf den ersten Augenblick groß erscheinende Aufwand von drei Motoren – hier zu sparen, wäre am falschen Ort gespart!! – sich in der Praxis reichlich bezahlt macht. Gleichzeitig mag diese Steuerung mit dazu beitragen, den in Amateurkreisen völlig unbegründet verbreiteten Respekt vor der „komplizierten" Schaltung – die in Wirklichkeit alles andere als kompliziert oder kritisch ist – zu beseitigen. –
Ein Wort sei noch zur Einstellung des Ablaufbremswiderstandes Rbr – Bandzugregelung – gesagt. Dieser Widerstand wird nach Versuch so eingestellt, daß bei fast abgelaufenem Band (linke Spule fast leer) der Bandzug noch nicht so stark ist, daß das Band an der Tonrolle „schlüpft", also die Wiedergabe jault. Andererseits darf zu Beginn eines 1000-m-Bandes der Bandzug an den Köpfen noch nicht so schwach sein, daß dort das Band nur lose anliegt und „flattert". Zu starker Bandzug (bei zu geringem Wert von Rbr) kann ferner zu Schlupferscheinungen bei Beginn des Bandes führen, da dann der Aufwickelmotor das Band zieht. Diese Verhältnisse ergeben sich aus den unterschiedlichen Bandwickeldurchmessern bei Beginn und Ende des Bandes. Diese Verhältnisse sind um so unkritischer, je stärker der Andruck des Bandes an die Tonrolle erfolgt, was wiederum eine Frage des Andruckmagneten ist. Natürlich darf der Andruck nicht zu stark sein, da dies zum vorzeitigen Verschleiß (Unrundwerden) des Tonmotors führt. Der Andruck soll höchstens so stark sein, daß die Andruckrolle noch mit dem gestreckten Zeigefinger bequem von der Tonrolle abzuheben ist, grundsätzlich nicht stärker als unbedingt nötig!
Wie geschildert, wird für die Ablaufbremsung über Rbr Wechselspannung (Gegenstrombremsung) angewandt, für die Umspul-

bremsung und die Schnellstoppbremsung dagegen Gleichstrom. Dabei ist zu bedenken, daß beim Ablauf in Wiedergabe und Aufnahme die Bremsung gleichmäßig erfolgen muß, was hier durch das im Motor gegensinnig umlaufende Magnetfeld erfolgt. Ein stehendes Magnetfeld (Gleichstrom) führt wegen der endlichen Polzahl des Motors zum „Rütteln" beim Ablauf, was ein Zittern des Tones bewirken würde. Dies ist beim Durchdrehen des gleichstromgebremsten Motors von Hand deutlich merkbar. Übrigens ist die Schnellstoppbremsung so stark, daß zum Drehen der gebremsten Bandteller von Hand beträchtliche Kraftanwendung nötig ist! Der Bremsgleichstrom von 200 mA ist dabei für die Motoren noch völlig unbedenklich, wie spezielle diesbezügliche Dauerversuche ergaben. Für die Ablaufbremsung beim Umspulen ist dagegen die Gegenstrombremsung mit umlaufendem Drehfeld nicht geeignet, weil hierbei der abwickelnde Motor Drehzahlen annehmen kann, die wesentlich über der Nenndrehzahl des Motors liegen. (Übrigens müssen deshalb die Teile von Bild 35 und die Bandteller peinlich genau zentrisch laufen, weil ein Unrundlaufen bei derartigen Drehzahlen die Motorlager binnen Kürze zerstört! Die hierbei auftretenden Fliehkräfte dürfen nicht unterschätzt werden!) Es kann dann bei Gegenstrombremsung geschehen, daß der hochtourig laufende Motor zeitweise mit dem Drehfeld „in Tritt fällt" und die Bremswirkung fast Null wird. Ein loser, beim Abnehmen auseinanderfallender Bandwickel wäre dann die Folge. Hier ist die Gleichstrombremsung, die ein konstantes Bremsmoment bietet, zweckmäßiger. Ihr leichtes „Rütteln" stört hier nicht, da es bei der hohen Drehzahl durch die mechanische Trägheit des Motorankers ohnehin „aufgesogen" wird. Für die Schnellbremsung kommt natürlich nur Gleichstrom in Betracht, da Gegenstrombremsung neben drehzahlabhängigem Bremsmoment (am schwächsten gerade bei hoher Drehzahl, wenn es am stärksten sein müßte) keinen völligen Stillstand zu erreichen gestattet.

Die Beschreibung dieses Magnettongerätes soll – wie auch die vorangegangene Beschreibung eines zweimotorigen Gerätes – weniger dazu bestimmt sein, einen genauen Nachbau zu ermöglichen, sondern vorwiegend durch Kombination der einzelnen geschilderten Baugruppen Ratschläge und Anregungen für den

Entwurf eines eigenen Gerätes geben. Deshalb wurden für das letztgenannte Gerät auch keine Maßzeichnungen – deren Wert für den Amateur ohnehin sehr zweifelhaft ist – gegeben. Der grundsätzliche Aufbau ist aus den Bildern erkennbar. Die Verdrahtung wird auch hier wieder nach den schon früher genannten Gesichtspunkten vorgenommen. Auch bei diesem Gerät – seine Außenmaße seien interessenhalber genannt, sie betragen für die Frontplatte 400/500 mm, gesamte Bauhöhe 200 mm, Maße des Chassis 145/320/65 mm – wurde besonderer Wert auf eine sachgemäße Masseverdrahtung gelegt. Lötösenleisten wurden weitgehend vermieden, alle Bauteile sind freitragend kurz eingelötet. Bei einiger Übung steht die Stabilität einer solchen Verdrahtung der einer auf Lötleisten ausgeführten keineswegs nach. Hinsichtlich der erforderlichen Abschirmungen ist sparsam vorzugehen, jedoch müssen alle außerhalb der Kammern befindlichen Organe mit weniger als 1 Volt NF-Spannung lückenlos geschirmt sein (Schalter U in Bild 30, der direkt über dem Tonmotor sitzt, z. B. mit eigener Blechumkleidung!).

Mit der Montage des Gerätes, zunächst der Blechbearbeitung (Grundplatte), wird erst begonnen, wenn sämtliche Einzelteile restlos beschafft und vorhanden sind. Leider ist dies durchaus noch nicht so selbstverständlich, wie es sein sollte. Die Lage der Einzelteile – beginnend mit Tonmotoren, Tonrollen, Köpfen und Bandweg – wird festgelegt, die Maße direkt von den Teilen abgenommen. Erst wenn die Einzelteile des Laufwerks probeweise montiert und alle Schaltungseinzelheiten geklärt sind, sollte mit der Montage des elektrischen Teiles begonnen werden.

Wenn so verfahren wird und alle bisher genannten Gesichtspunkte beachtet werden, kann ein Fehlschlag durch falsche Vorplanung kaum entstehen.

Das Einstellen selbstgebauter Magnettongeräte ohne Meßmittel

Zum einwandfreien Einstellen eines Bandgerätes sind normalerweise nicht unbeträchtliche Meßmittel erforderlich, wie z. B. Tongenerator, Röhrenvoltmeter und genormtes Bezugstonband usw., über die der Amateur kaum verfügt. Im folgenden soll daher gezeigt werden, wie der Amateur mit seinen Mitteln einen für seine Zwecke hinreichenden Abgleich seines Gerätes erzielen kann. Es ist auch hier wieder zu bedenken, daß ein übertrieben genauer Abgleich für den Amateur genausowenig sinnvoll ist wie die eingangs diskutierten übertriebenen Anforderungen an das Gerät. Unter diesem Gesichtspunkt und der Tatsache, daß ein „ungefährer" Abgleich immer noch besser ist als keiner, ist das Folgende zu betrachten.

Die Einstellung eines neugebauten Gerätes erfolgt in der Reihenfolge:

Hörkopf-Justage, Sprechkopf-Justage, Löschkopfstromeinstellung, Vormagnetisierungs-Einstellung. Hiernach eventuell noch: Einstellung des Verstärkungsgrades und Korrektur des Frequenzganges.

Die Einstellung des Hörkopfes

Hierzu wird – da in der Regel kein Bezugstonband (Normband) verfügbar sein wird – zumindest eine hochwertige und absolut einwandfreie Tonbandaufnahme nicht zu kurzer Dauer benötigt. Ein befreundeter Amateur oder sonstiger Bekannter, der im Besitz eines – möglichst industriell gebauten, neuen und hochwertigen!! – Bandgerätes ist, ist sicherlich bereit, eine solche zur Verfügung zu stellen. Die Aufnahme soll – unabhängig vom persönlichen Geschmack! – zweckmäßig Tanzmusik in der Form einer brillanten Streicherbesetzung mit kräftiger Rhythmusgruppe enthalten, da für die Beurteilung der Höhenwiedergabe Streichorchester, noch besser Schlagzeug (Besen!), und für die Beurteilung der Baßwiedergabe der Schlagbaß (Zupfbaß) die geeignetsten Instrumente sind. Ferner soll wenigstens ein Musikstück ein langsam gespieltes Klaviersolo (hier ist Kammermusik gut geeignet!) enthalten. Wegen der geforder-

ten Brillanz kommen nur Umschnitte von Langspielplatten oder UKW-Rundfunkaufnahmen in Betracht. – Dieses Band wird aufgelegt und abgespielt, nachdem zuvor die selbstverständlichen ersten Funktionskontrollen am Gerät (Messung der Heiz- und Anodenspannungen an allen Röhren sowie der Anodenströme von Löschröhre und Endstufe, Fingerprobe an den Gittern der Vorstufen, ob Verstärkung da ist usw.) vorgenommen wurden.

Die Wiedergabe wird dann nicht sehr schön, aber immerhin zu hören sein. Wenn nicht, ist erst einmal der elektrische Teil des Gerätes instandzusetzen.

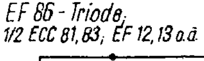
Mittels Schraubenzieher wird nun die Justierschraube an der Kopfwippe des Hörkopfes so verstellt, daß nach Gehör die größte Brillanz – auch wenn sie übertrieben spitz klingt! – eingestellt wird. Diese Einstellung ist sehr genau vorzunehmen. Der etwa vorhandene Abhör-Klangregler muß natürlich in seiner hellsten Stellung stehen. Es wird sich ein ausgeprägtes, sehr kritisches Brillanz-Maximum feststellen lassen. Ist dieses eingestellt, dann steht der Kopfspalt nicht unbedingt senkrecht, sondern entspricht der Spaltlage des Kopfes, mit dem das Band bespielt wurde. Stammt dieses von einem Industriegerät, so kann mit annähernd senkrechter Lage gerechnet werden. Wichtig ist dies nur, wenn der Amateur Bänder mit den Besitzern anderer Maschinen austauschen will. Theoretisch sollte der Spalt stets genau senkrecht zum Band stehen, praktisch ist dies selbst bei Industriegeräten nicht immer ganz präzise der Fall.

Hiernach wird der Gleichlauf der Maschine geprüft, indem das Klaviersolo abgespielt wird. Langanhaltende, nachklingende Töne des Klaviers lassen bereits geringe Ungenauigkeiten als Zittern oder Jaulen erkennen. Zittert oder zirpt der Ton, so ist die Ursache in unrund laufenden Lagern (Tonrollen, Abwickelteller) zu suchen, zeigt sich langsames Jaulen (Tonhöhenschwankungen), ist der Bandzug möglicherweise zu straff oder es tritt Schlupf an der vielleicht zu schwach andrückenden Andruckrolle auf. Setzt der Ton aus oder zeigen sich Lautstärkeschwankungen, so ist das Band vielleicht wellig, was – einwandfreies, neues Band vorausgesetzt – an ungünstiger Bandführung, zu geringem Umschlingungswinkel an den Köpfen

oder zu schwachem Bandzug (Ablaufbremsung verstärken!) liegen kann.
Einwandfreie Triebteile und saubere mechanische Arbeit vorausgesetzt, dürfen solche Gleichlauffehler kaum auftreten. Bei dieser Gelegenheit wird gleich nochmals die richtige Höhenlage des Bandes vor den Köpfen – die natürlich schon beim Aufbau zu berücksichtigen ist – kontrolliert. Bei Halbspurköpfen befindet sich der Spalt an der unteren Bandhälfte. Der Ringkern des Kopfes soll dabei genau mit der Bandunterkante abschließen bzw. bei Sprech- und Hörkopf etwa einen halben Millimeter darunter hervorragen.

Die Einstellung des Sprechkopfes ist ohne Meßmittel bei einiger Genauigkeit etwas schwieriger. Behelfsmäßig kann so vorgegangen werden, daß eine Aufnahme von einem guten Rundfunkgerät (UKW-Sendung!) vorgenommen und gleichzeitig hinter Band abgehört wird. Bei laufender Aufnahme wird nun der Sprechkopf ebenfalls mittels Justierschraube auf größte Wiedergabebrillanz eingestellt. Genauer ist dieser Abgleich vorzunehmen, indem mittels Tongenerator eine Frequenz von etwa 10 kHz aufgenommen wird. Am Ausgang des Abhörverstärkers wird gleichzeitig ein empfindliches Wechselspannungs-Voltmeter (Multizet) angeschlossen. Bei laufender Aufnahme des 10-kHz-Tones wird der Sprechkopf nun so eingestellt, daß sich am Wiedergabeausgang die größte Ausgangsspannung ergibt, wobei der absolute Wert nebensächlich ist. Es muß auch hier ein ausgeprägtes Maximum der Kopfeinstellung vorhanden sein. In diesem Punkt stimmt dann die Spaltstellung mit derjenigen des Hörkopfes überein.
Ein behelfsmäßig einfach aufzubauender 10-kHz-Generator, für den die Heiz- und Anodenspannung provisorisch mit aus dem Tonbandgerät entnommen werden kann, ist in Bild 43 gezeigt. Das mit 10 kHz bespielte Bandstück sollte im Tonbandarchiv aufgehoben, nicht gelöscht werden, um bei späteren Reparaturen oder Änderungen am Gerät jederzeit die Hör- und Sprechkopfstellung wieder reproduzieren zu können.
Bei diesen ersten Probeaufnahmen wird sich noch eine sehr verzerrte, krächzende Wiedergabe einstellen, da der Vormag-

netisierungsstrom noch nicht eingestellt wurde. Es sei denn, dieser habe zufällig den richtigen Wert. Seine Einstellung wird im folgenden behandelt. Zunächst ist aber der **Löschkopfstrom** einzuschalten.



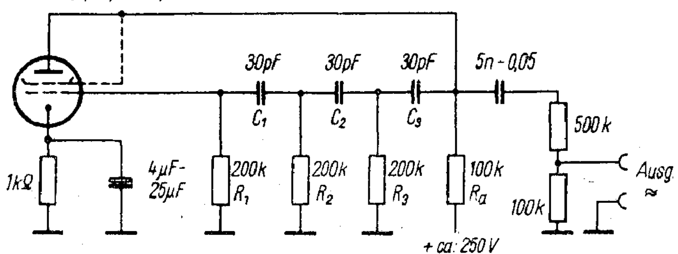


Bild 43. Einfacher Behelfs-Tongenerator für 10 kHz – Für die Schwingfrequenz 1 kHz sind C 1 – C 3 auf je 320 pF zu erhöhen – Als Röhre eignet sich jede Triode oder als Triode geschaltete Pentode nicht zu geringer Steilheit – Ra soll nach Versuch soweit verringert bzw. vergrößert werden, daß der Generator gerade noch anschwingt

Der Löschstrombedarf der einzelnen Tonköpfe ist verschieden, er liegt meist zwischen 100 und 300 mA. Zu Beginn wird festgestellt, ob bei Aufnahme der Löschgenerator anschwingt. Wenn nicht, ist versuchsweise die Gitterspule umzupolen. Der Nachweis der HF erfolgt am einfachsten mit einer kleinen 110-Volt-Glimmbirne, wie sie als Stabglimmröhre in den bekannten Polprüfstiften enthalten ist. Sie wird über einen kleinen Kondensator (etwa 50 pF) an die Anode der Schwingröhre angekoppelt, das andere Ende kommt an Masse. Die HF-Spannung muß so groß sein, daß die Glimmbirne zündet. Nun wird in die Löschkopfleitung eine kleine Skalenbirne – je nachdem für den Kopf erforderlichen Strom für 0,1–0,3 A bei möglichst geringer Spannung – eingeschaltet, wie z. B. in Bild 32 gezeigt. Diese Birne läßt nach ihrer Helligkeit Rückschlüsse auf die Stärke des Löschstromes zu. Dieser soll in jedem Falle so kräftig wie möglich sein. Die obere Grenze ist durch die ggf. auftretende Er-

wärmung des Kopfes, die nicht merklich sein soll (Dauerversuch!), gegeben. Bei nach den gegebenen Vorschriften aufgebauten HF-Generatoren ist hier kein besonderer Abgleich erforderlich. Die Einstellung ist völlig unkritisch, bei zu geringem Löschstrom kann es jedoch vorkommen, daß Übersteuerungsspitzen auf dem Band nicht einwandfrei gelöscht werden, besonders bei CH-Band. Meist hilft dann nur Einbau einer stärkeren Röhre. – Die Kleinköpfe des TONI erhalten übrigens nur ca. 80 mA Löschstrom von dem eingebauten Generator, was für diese Köpfe – auch bei Verwendung von nicht zu kräftig bespieltem CH-Band – ausreicht. Der Löschkopf selbst wird nicht justiert, sondern mittels Winkelmaß beim Aufbau genau senkrecht montiert.

Die **Vormagnetisierung** wird im Anschluß an den Löschkopfstrom eingestellt. Dies geschieht mit dem Trimmer, über den die HF vom Generator dem Sprechkopf zugeführt wird. Er wird zunächst ganz herausgedreht (kleinste Kapazität) und dann eine Aufnahme (Musik oder Sprache, hierbei das Rundfunkgerät – soweit möglich – auf dunkle Klangfarbe einstellen!) vorgenommen, die gleichzeitig wieder abgehört wird. Der Wiedergabekanal und Abhörverstärker werden hierbei auf „hell" gestellt. Nun wird der Trimmer langsam eingedreht, bis die spitze, krächzend klingende, verzerrte Wiedergabe in eine saubere Aufzeichnung übergeht. Zur Sicherheit wird er dann noch ein kleines Stück weiter eingedreht. Falls der Trimmer zu klein ist (der Endanschlag erreicht ist, bevor die Aufzeichnung sauber wird), ist ihm ein kleiner keramischer Kondensator von etwa 50 pF parallelzuschalten.

Damit wären die wichtigsten Einstellungen vorgenommen. Wer über ein Röhrenvoltmeter für Wechselspannungen verfügt, kann die HF-Vormagnetisierungsspannung am Sprechkopf nachmessen (Aufnahmeregler zudrehen!). Für die genannten RFT-Kombiköpfe soll sie etwa 60–80 Volt betragen. (Röhrenvoltmeter über 200-kOhm-Widerstand direkt am Sprechkopf anschließen!)

Einstellung der Pegelverhältnisse

Bei elektrisch umfangreicheren Maschinen sollte auch darauf geachtet werden, daß die Eingangs- und Ausgangsspannungs-

werte den angestrebten Werten entsprechen. Dies bedeutet, die Verstärkung des Aufnahme- und Wiedergabeverstärkers auf Sollwert einzustellen. In den bisher gezeigten Schaltbildern wurde auf diese Einstellbarkeit keine Rücksicht genommen, da die Verstärkungsfaktoren der einzelnen Baugruppen sich bereits ohne Zusatzmaßnahmen mit für den Amateur meist hinreichender Genauigkeit ergeben. Trotzdem kann es von Nutzen sein, diese Werte noch genauer einzustellen. Für den Aufsprechverstärker geschieht dies im einfachsten Falle, indem parallel zum Anodenarbeitswiderstand der Aufsprech-Vorröhre (z. B. Rö 2 in Bild 31) ein Potentiometer parallelgelegt wird, das an geeigneter Stelle in der Verdrahtung untergebracht wird. Seine Achse kann für Schraubenziehereinstellung geschlitzt werden. Der zum Gitter der nächsten Röhre führende Koppelkondensator wird von der Anode der Vorröhre abgelötet und an den Schleifer des Potentiometers gelegt, wie Bild 44 zeigt. Zur Einstellung benötigen wir jetzt eine definierte Spannung in der Größe der verlangten Eingangsspannung, wobei der unempfindlichste Eingang (Bu 6 in Bild 11 oder E 3 in Bild 30 als Beispiel) zugrundegelegt wird. Zweckmäßig wird diese Spannung einem vorhandenen NF-Verstärker (evtl. Rundfunkgerät über Tonabnehmereingang) entnommen. An dessen Ausgang wird ein Wechselspannungsmesser (Multizet) angeschlossen, an seinen Eingang ein Behelfs-Tongenerator nach Bild 43 angeschlossen, der eine Frequenz von 1 kHz abgeben soll. Die Dimensionierung für diese Frequenz ist bei Bild 43 in der Bildunterschrift angegeben. Der NF-Verstärker bzw. das Radiogerät – auf Tonabnehmereingang umgeschaltet – wird nun auf „dunkel" gestellt und die Lautstärke soweit aufgedreht, daß der Ausgangsspannungsmesser die für den Eingang erforderliche Spannung (500 mV oder 1 V) anzeigt. Parallel zum Instrument wird nun diese Frequenz abgegriffen und dem Eingang zugeführt. Bei laufender Aufnahme ist nun das Potentiometer im Aufsprechverstärker so einzustellen, daß das Band normal bespielt wird (Lautstärkevergleich mit dem Vergleichs-Musikband). Man kann auch so vorgehen, daß man die Verstärkung bis zum Einsetzen von Verzerrungen erhöht und dann bis reichlich unter die Verzerrungsgrenze zurückdreht. Wer

ein Wechselspannungs-Röhrenvoltmeter besitzt, hat es einfacher: Er stellt, an der Anode der Aufsprech-Endröhre gemessen (Röhrenvoltmeter über 0,1-MF-Kondensator anschließen), für die genannten Kombiköpfe auf etwa 20 V NF-Spannung ein. Die TONI-Sprechköpfe benötigen etwa 15 V, andere Köpfe teilweise erheblich mehr (minderwertige Köpfe bis 70 Volt, was mit den hier gezeigten Schaltungen nicht erreichbar ist).

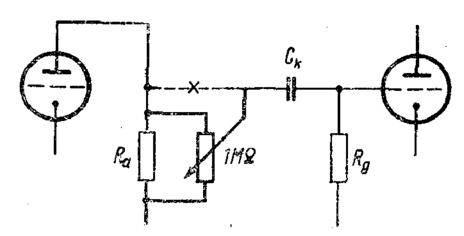


Bild 44. Nachträglicher Einbau eines Pegel-Einstellreglers — Siehe auch Textangaben

Die gleiche Verstärkungseinstellung ist im Wiedergabeverstärker vorzunehmen, ebenfalls mittels Potentiometer, das wieder dem Anodenwiderstand der ersten, hinter dem Kopf folgenden Röhre parallelgelegt wird. Schaltung wie Bild 44. Wer Potentiometer mit einem dem Anodenwiderstand entsprechenden Wert besitzt, kann dieses auch anstelle des Anodenwiderstandes direkt einschalten. Hier ist die Einstellung ohne weitere Hilfsmittel möglich, wenn das bei der Einstellung des Aufsprechverstärkers bespielte Band abgespielt wird. Es wird dann der Wiedergabeausgang mit dem betreffenden, die gleiche Empfindlichkeit aufweisenden Eingang verbunden, z. B. in Bild 30 der 500-mV-Ausgang mit Eingang E 3 oder in Bild 11 einfach, indem Regler P 4 bis zum Anschlag aufgedreht wird. Die abgespielte Aufzeichnung („Wiedergabe"!) ergibt nun an der Aussteuerungsanzeige einen Ausschlag. Der Wiedergabeverstärker wird so eingeregelt, daß dieser Ausschlag dem bei der Aufnahme des Bandes vorhanden gewesenen gleicht bzw. ein klein wenig größer ist. Damit gibt auch der Wiedergabekanal die geforderte Spannung ab.

Ein nach Bild 44 geschaltetes Einstellpotentiometer im Wiedergabekanal (im Aufsprechkanal ist es evtl. eher zu entbehren) ist in Bild 41 links, senkrecht in der Trennwand zwischen Wiedergabe- und Kontrollverstärkerkammer sitzend, zu erkennen.
Die Aussteuerungsanzeige ist – wenn mit Magischem Auge nach Bild 14 oder 31 geschaltet – so bemessen, daß sie bei etwa 20 Volt NF gerade Vollausschlag zeigt. Sie bedarf dann keiner weiteren Einstellung, ihre Anzeige kann bei der beschriebenen Einstellung des Aufsprechverstärkers als Kontrolle dienen. Bei Verwendung eines Meßinstrumentes – etwa nach Bild 13 – ist dieses gleich nach Einpegelung des Aufsprechverstärkers mittels seines Einstellreglers TP (Bild 13) auf einen Punkt kurz vor Skalenende einzustellen, der dann zweckmäßig auf der Skala als „Maximalaussteuerung" gekennzeichnet wird.
Die richtige Einpegelung von Aufsprech- und Wiedergabekanal ist besonders im Hinblick auf die Erzeugung des „künstlichen Echos" von Bedeutung. Wenn die Pegelunterschiede beider Kanäle sehr groß sind, ist z. B. eine sinnvolle Anwendung des Reglers P 4 in Bild 11, mit dem die Echoerzeugung bei Aufnahmen möglich ist, kaum möglich. Ein richtig eingepegeltes Gerät erleichtert im übrigen sehr die Zusammenschaltung mit anderen Geräten.

Die **Beeinflussung des Frequenzganges** kann der Amateur, sofern er nicht über Tongenerator und Röhrenvoltmeter verfügt, nur nach Gehör vornehmen. Eine exakte Kontrolle des Frequenzganges ist ohne diese Geräte nicht möglich, aber für seine Zwecke auch entbehrlich. Es seien daher hier nur einige Ratschläge gegeben, wie der Amateur den Frequenzgang seines Gerätes seinen persönlichen Wünschen entsprechend beeinflussen kann.
Wieweit der Aufsprech- und Wiedergabe-Entzerrer und seine Änderung Einfluß auf den Klang haben, wurde bei der Besprechung des zweimotorigen Gerätes schon erwähnt. Zweckmäßig wird dabei nicht wesentlich von den in den Schaltungen genannten Werten abgewichen, da Änderungen in Gegenkopplungszweigen stets auch Nebenwirkungen auf Innenwiderstand der Röhren, Änderung des Phasenganges und andere

für den Amateur schwer überblickbare Auswirkungen haben, die sich mitunter sehr unangenehm äußern können.
Zunächst wird der Wiedergabekanal mit dem Vergleichs-Musikband – das, wie nochmals betont sei, erstklassig aufgenommen sein muß! – geprüft. Falls es unbedingt erforderlich scheint, kann in der genannten Weise von den für den Entzerrer gegebenen Werten etwas abgewichen werden. Nachdem der Wiedergabekanal – der nach jeder Frequenzgangkorrektur natürlich neu eingepegelt werden muß, falls eine Einpegelung überhaupt vorgenommen wurde – einwandfrei arbeitet, kann in gleicher Weise der Aufnahmekanal „frisiert" werden. Hierzu wird eine wirklich einwandfrei zu empfangende UKW-Rundfunksendung aufgenommen, was in diesem Falle nur über den Diodenausgang des Rundfunkgerätes – den jedes moderne Gerät aufweist, anderenfalls ist dem Amateur dringend sein nachträglicher Einbau zu empfehlen!! – geschehen darf. Gleichzeitig wird wieder abgehört. Die Einstellung des Frequenzganges des Aufsprechkanals geschieht nun so, daß mit dem Abhör-Umschalter einmal vor, dann wieder hinter Band geschaltet wird, wobei der Aufsprechentzerrer so geändert wird, daß sich beim Umschalten kein Klangunterschied ergibt. Diese Forderung darf nicht allzu streng gestellt werden. Da in diese Vergleichsmethode sämtliche Geräteeinflüsse beider Kanäle, des Bandes und der Köpfe eingehen, ist sie nur bei ganz präzisem Aufbau einwandfrei zu erfüllen. Ohne Meßmittel wird dies kaum hundertprozentig gelingen. Sobald man eine klangliche Übereinstimmung bis auf geringen Unterschied erreicht hat, spare man sich weitere oder größere Schaltungsänderungen. Übrigens ist für diesen Vergleich durch Umschalten vor/hinter Band eine gleiche Lautstärke in beiden Schaltstellungen erforderlich, die ohne Nachregelung des Abhörverstärker-Reglers nur bei gut eingepegelten Kanälen gegeben ist. Die Tatsache, ob sich beim Umschalten vor/hinter Band die Lautstärke des Abhörverstärkers ändert, ist auch ein gutes Kriterium für die Übereinstimmung der Kanalpegel.
Trotzdem kann es in einzelnen Fällen erwünscht sein, den Frequenzgang der einen oder anderen Verstärkerstufe in größerem Maße zu beeinflussen, beispielsweise innerhalb eines Vorver-

stärkers, um diesen an ein bestimmtes Mikrofon anzupassen, oder auch, um einen durch ungeeignetes Abschirmkabel verursachten Höhenverlust auszugleichen. Derartige Korrekturmaßnahmen sind natürlich nur als Notbehelf anzusehen. Denjenigen Amateuren, die die Schaltungstechnik – auch in theoretischer Hinsicht – nicht wirklich einwandfrei beherrschen, sei dabei von Gegenkopplungsschaltungen, wie sie in der Literatur vielfach zu finden sind, im Hinblick auf die hier vorhandene Zahl an Verstärkungsstufen abgeraten, sofern sie nicht die Möglichkeit haben, die Wirkung einer zusätzlichen Gegenkopplung – auch rechnerisch – sicher vorauszubestimmen. Es seien hierfür einige einfache Schaltungsglieder gezeigt, mit denen eine weitgehende Änderung des Frequenzganges erreichbar ist. Selbstverständlich muß man sich stets darüber im klaren sein, daß jede Frequenzgangkorrektur – gleichgültig, ob Gegenkopplung oder die im folgenden gezeigten RC-Glieder – Verstärkung kostet und nur dort anwendbar ist, wo ausreichend Verstärkungsreserven vorhanden sind.
Zu starke Bässe können am einfachsten durch Verringerung eines Koppelkondensators, d. i. der von der Anode einer Röhre zum Gitter der nächsten führende Kondensator, bedämpft werden, wobei dessen Wert je nach Anforderungen u. U. bis auf wenige 100 pF sinken kann. Diese Maßnahme und auch die im folgenden gezeigten RC-Glieder sollten jedoch nicht innerhalb eines gegengekoppelten Verstärkerzuges, also z. B. nicht zwischen Vor- und Endröhre des Aufsprechverstärkers (wohl aber vor dem Gitter der Vorröhre) und nicht zwischen der 2. und 3. Röhre des Wiedergabeverstärkers (Bild 16 als Beispiel) angewandt werden.
Eine Absenkung der Höhen kann durch geeignet bemessenen Parallelkondensator zu einem Anodenwiderstand bewirkt werden. Größenordnung 500–20 000 pF.
Eine Baßanhebung bewirkt ein RC-Glied nach Bild 45. Hierbei beeinflußt R 1 den Grad der Baßanhebung (und des Verstärkungsverlustes!), während C 1 den Einsatzpunkt der Baßanhebung innerhalb der Frequenzgang-Kurve bestimmt. Vergrößerung von C 1 bewirkt Verschiebung des Einsatzpunktes nach tieferen Frequenzen hin. Eine günstige Dimensionierung

zeigt Bild 45. R 2 ist gleichzeitig der Gitterableitwiderstand der folgenden Röhre, dessen ursprünglicher Wert entsprechend geändert wird.

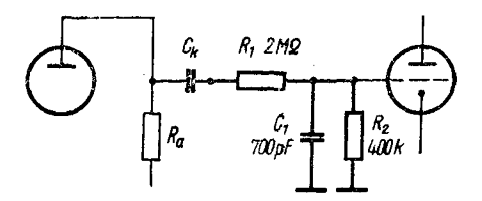


Bild 45. Nachträglich einschaltbares R-C-Glied für Anhebung der tiefen Frequenzen (stark gezeichnet) — Siehe Textangaben

Bild 46 zeigt schließlich eine Höhenanhebung. Hier bestimmt wiederum R 2 den Grad der Höhenanhebung und des Verstärkungsverlustes, während C 1 den Einsatzpunkt der Höhenanhebung frequenzmäßig festlegt. Verringerung von C 1 bedeutet Verschiebung nach höheren Frequenzen. Auch hier wurde die günstigste Dimensionierung angegeben. Die Werte für R 2 und C 1 in Bild 45 bzw. R 1 und C 1 in Bild 46 können nach eigenem Ermessen ziemlich freizügig variiert werden, ohne daß für den Amateur unkontrollierbare Nebenwirkungen zu befürchten sind. Natürlich sind diese Entzerrerbeispiele auch in beliebigen anderen Verstärkerschaltungen anwendbar.

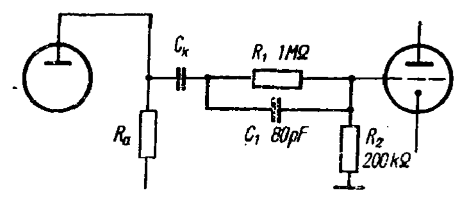


Bild 46. R-C-Glied ähnlich Bild 45 zur Anhebung der Höhen — Erläuterung im Text

Mit vorstehenden Hinweisen wurde versucht, dem Amateur über den Rahmen einfacher Bauvorschriften hinaus Hinweise und

Anregungen für eigene Entwürfe und Experimente zu geben, ohne dabei unnötig viel Theorie heranzuziehen. Es ist erklärlich, daß dabei nicht alle auftauchenden Fragen erschöpfend behandelt werden konnten. Wer sich über diese oder jene Frage näher orientieren möchte, wird zu spezieller Fachliteratur greifen. Aus der Fülle der vorhandenen Literatur seien als Beispiele hier nur zwei Aufsätze in Fachzeitschriften genannt, die den Inhalt dieses Büchleins wirksam ergänzen. Verstärkerfragen behandelt der Aufsatz „Magnettonverstärker" von L. Schmiedekind, Zeitschrift „Radio und Fernsehen" (Verlag Die Wirtschaft, Berlin), Heft 1 und 2/1958 – hier ist u. a. auch ein Schaltungsbeispiel für Magnettonverstärker, umschaltbar für Aufnahme und Wiedergabe mit einem Kombikopf zu finden –, während das Einmessen von Tonbandgeräten vom gleichen Autor unter dem Titel „Einmessen von Magnettongeräten ohne Bezugstonband" in Heft 23 und 24/1957 derselben Zeitschrift erschöpfend behandelt wird.

INHALTSVERZEICHNIS

Preis: 1,90 DM